

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
Décembre 2021

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS



Communautés ichtyologiques des petits cours d'eau de la Montérégie et leur réponse à différents types d'interventions à des fins de drainage agricole

Rapport technique

Décembre 2021

Photographies de la page couverture :

Suivi expérimental à la tête du ruisseau Notre-Dame à Varennes, par Renée Gravel

Comment citer :

GRAVEL, R. (2021). *Communautés ichtyologiques des petits cours d'eau de la Montérégie et leur réponse à différents types d'interventions à des fins de drainage agricole — Rapport technique*, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 78 p. et annexes.

Pour des commentaires ou des questions, communiquez avec l'auteur à :

renee.gravel@mffp.gouv.qc.ca.

© Gouvernement du Québec

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

ISBN : 978-2-550-90901-9

Équipe de réalisation

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Analyse et rédaction :	Renée Gravel, biologiste, M. Sc. ¹
Révision :	Bert Klein, biologiste, Ph. D. ² Yves Paradis, biologiste, M. Sc. ³
Équipe de terrain :	Renée Gravel Guillaume Plouffe, technicien de la faune ¹ Jocelyn Rolland, B. Sc. biologie, technicien de la faune ¹ Jean Sébastien Messier, biologiste ¹ Steve Garceau, biologiste, M. Sc. ¹ Simon Bellefleur, technicien de la faune ¹ Gabrielle Auclair, stagiaire ¹
Soutien laboratoire :	Huguette Massé, technicienne de la faune ¹ Mélissa Lamoureux, technicienne de la faune ¹ Guillaume Plouffe Jocelyn Rolland Sandie Janelle, technicienne de la faune ¹ Gabrielle Tétreault, stagiaire ¹ Fanny Lamarre, technicienne de la faune ¹ Matthew Labrèche Goudreau, technicien de la faune ¹ Yannicia Fréchette-Hudon, technicienne de la faune ¹
Collaboration cartographie :	Jocelyn Rolland Chantal Dubuc ¹
Traitement de texte :	Lise Blais (externe)
Révision linguistique :	Pierre Sénéchal (externe)
Soutien documentaire :	Louis-Philippe Lapointe, technicien en documentation ⁴ Mélanie Paquet, technicienne en documentation ⁴

¹ Secteur des opérations régionales, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval.

² Service des territoires fauniques et des habitats, Direction de la conservation des habitats, des affaires législatives et des territoires fauniques.

³ Service de la gestion des espèces aquatiques, Direction de l'expertise sur la faune aquatique.

⁴ Bibliothèque, Direction générale des ressources financières et matérielles et de la gestion contractuelle.

Grâce à la collaboration de :

La MRC d'Acton, représentée par M. Vincent Cordeau.

La MRC Brome-Missisquoi, représentée par M. Simon Lajeunesse.

La MRC de Marguerite-d'Youville, représentée par M^{me} Chantelle Provost avec la contribution de M^{mes} Sophie Bergeron et Annie Daudelin.

Soutien financier :

Avec le soutien financier du Plan d'action sur les changements climatiques du Québec 2013-2020

Remerciements :

Pour leurs commentaires qui ont contribué à bonifier ce rapport, j'aimerais remercier : du MFFP, Marianne Théberge, Pierre Bilodeau, Nathalie Vachon, Yong Lang, Jean Sébastien Messier, Nathalie Tessier, Francis Bourret, Jean-François Ouellet; du MAPAQ, Michael Guillou; d'Environnement et Changement climatique Canada, Andrée Gendron; de l'Université Concordia, Pascale Biron.

Lexique des abréviations, symboles et expressions

Aménagement	Au Québec, c'est le terme utilisé historiquement par les autorités compétentes pour désigner une première intervention modifiant un cours d'eau à des fins de drainage agricole. Ainsi « aménagement de cours d'eau » signifie : « Toute intervention qui affecte ou modifie la géométrie, le fond, les talus d'un cours d'eau en milieu agricole qui n'a pas déjà fait l'objet d'un aménagement dans le cadre d'un programme gouvernemental; ou alors, toute intervention sur un cours d'eau en milieu agricole qui a déjà été aménagé à des fins de drainage des terres et qui consiste, notamment, à approfondir de nouveau le fond du cours d'eau, à modifier son tracé, à le canaliser ou à aménager des ouvrages de retenue (seuil, seuil en rampe, barrage, déflecteur, etc.) ou des fosses permanentes à sédiments. » (Source : Procédure relative à l'entretien de cours d'eau en milieu agricole, 24-02-2016)
Bonifié (B)	Cours d'eau bonifié, c'est-à-dire ayant fait l'objet, lors de l'intervention de curage (entretien) visant à rétablir le drainage agricole, de bonifications aux retombées substantielles pour la faune.
Campagne	Événement d'échantillonnage. Dans le cadre du présent suivi, deux campagnes par années ont été réalisées au courant de l'été.
C. E.	Cours d'eau
Chaînage (0+000)	Le chaînage indique, en mètres, la distance à partir de l'exutoire du cours d'eau, ce dernier correspondant à 0+000. Ainsi, si l'on se situe à 678 m de l'exutoire, on écrira : 0+678.
Chenalisation	Le terme « chenalisation » englobe les interventions dans les cours d'eau menant au surdimensionnement (approfondissement, élargissement) du lit, à la simplification de la géométrie du lit mineur et à la réduction de la rugosité et des sinuosités, dans le but principal d'évacuer l'eau rapidement et sans débordement.
Collecteur (C)	Cours d'eau collecteur, soit celui dans lequel se déversent le cours bonifié (B) et le cours témoin (T).
Curage	Terme utilisé ici pour désigner le retrait de sédiments, d'alluvions ou de particules fines accumulés sur le lit du cours d'eau, équivalant au terme « entretien » en usage au Québec.
DGFa-EMML	Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval.
Débit de plein bord (DPB)	Débit, dit de plein bord, est le débit qui transporte la majorité de la charge sédimentaire et contribue ainsi à l'établissement de la forme et des caractéristiques morphologiques du cours d'eau. Il correspond environ au débit de crue de récurrence 1,5 an.
Entretien	Au Québec, c'est le terme utilisé historiquement par les autorités compétentes et qui se définit ainsi : « Série d'interventions visant le rétablissement du drainage agricole et réalisées dans des cours d'eau situés en milieu agricole ou sur un tronçon de ceux-ci, ayant déjà fait l'objet d'un aménagement exécuté conformément à un acte d'accord, à un règlement, à un procès-verbal ou à une résolution municipale. Les travaux d'entretien consistent à enlever partiellement ou complètement, par creusage, des sédiments accumulés sur le lit du cours d'eau, sans surcreuser ce lit par rapport à son niveau d'élévation établi lors de la réalisation de son aménagement. À cela s'ajoute la stabilisation des sorties de drains, des fossés, des extrémités des ponceaux ainsi que l'aménagement de fosses temporaires à sédiments et, si requis, la stabilisation de la base des talus et le retalutage en pente plus faible. » (Source : Procédure relative à l'entretien de cours d'eau en milieu agricole, 24-02-2016).

ECEA	Acronyme signifiant « entretien de cours d'eau à des fins de drainage agricole » au sens de la Procédure relative à l'entretien de cours d'eau en milieu agricole, version du 24 février 2016.
Embr.	Embranchement
EPA	Environmental Protection Agency : Agence de protection de l'environnement des États-Unis
ha (hectare)	1 ha = 10 000 m ² , 100 hectares = 1 km ² = 0,386 mi ²
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec (anciennement MDDELCC [ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques])
MFFP	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec
MPO	Pêches et Océans Canada
MRC	Municipalité régionale de comté; ici : Acton, Brome-Missisquoi et Marguerite-d'Youville
PCE	Sigle signifiant « petit cours d'eau ». Dans le cadre du présent rapport, ce terme sera utilisé génériquement pour désigner les cours d'eau bonifiés et témoins suivis. Ils sont dans tous les cas d'un ordre de Strahler¹ maximum de 2 et d'un bassin versant de moins de 500 ha. En effet, au Québec, malgré leur proportion importante, il n'y a pas de définition ni de terme reconnu pour désigner les cours d'eau en tête de bassin versant. On trouve dans la littérature diverses définitions et vocables. Certains ont opté pour distinguer ces derniers selon la taille du bassin versant, d'autres, par le gabarit du lit mineur, d'autres par l'hydrographie, etc. Voici quelques exemples tirés de la littérature : • L'Environmental Protection Agency de l'Ohio définit les <i>Primary Headwater Habitat Streams</i> (PHWH) comme étant : « Tous segments de cours d'eau ayant une aire de drainage de moins de 260 ha (1 mi²)... » (Source : Ohio EPA, 2012); • En France, certains utilisent le terme « émissaire agricole » et le définissent ainsi : « cours d'eau et fossés situés en tête de bassin versant et drainant essentiellement des territoires agricoles en plaine. De façon générale, un cours d'eau de moins de 2 m de large peut être considéré comme un émissaire agricole. » (Source : Agence de l'eau Rhin-Meuse, 2010); • Le Bihan utilise le terme « tête de bassin versant » (TBV) et le décrit comme correspondant aux cours d'eau d'ordre de Strahler 1 et 2 à l'échelle 1 : 25 000 (Source : Le Bihan, 2009).
Prisme	Section transversale du cours d'eau incluant le lit et les talus.
Rau	Abréviation officielle retenue par la Commission de toponymie du Québec pour désigner le ruisseau.
Réhabilitation	La réhabilitation ne concerne que certaines fonctions ou certains processus, ou une ou plusieurs espèces sélectionnées. On aboutit à un écosystème simplifié par rapport à l'écosystème initial.
Restauration	Le but essentiel de la restauration est de rétablir l'intégrité biotique originale. L'objectif est le retour à l'état naturel prévalent.
Suivi	Désigne l'ensemble des résultats collectés dans le cadre du présent projet.

¹ Ordre de Strahler évalué tel qu'il a été suggéré par Le Bihan (2017).

Témoin (T)	Cours d'eau témoin, aux caractéristiques analogues à celui où la bonification est planifiée et qui présente peu de complexité (p. ex., qui a fait l'objet en concomitance ou récemment d'un entretien selon l'approche traditionnelle; qui représente un milieu « homogène ») ou qui est en voie de renaturalisation (c'est-à-dire qui progresse vers un retour à son état naturel, donc représentant un milieu « hétérogène »).
Type (de cours d'eau)	C'est-à-dire les cours d'eau B : bonifié, T : témoin et C : collecteur.

Résumé

Les cours d'eau situés en tête de bassin versant représentent 60 % à 85 % du réseau hydrographique. Au Québec, on en connaît peu sur les communautés de poissons qui fréquentent ces habitats. En Montérégie, ces petits cours d'eau ont été largement modifiés pour faciliter le drainage agricole. Et chaque année, des centaines de kilomètres de cours d'eau font l'objet de travaux de curage afin de retirer les sédiments qui s'y accumulent et de leur redonner leur forme d'aménagement initial simplifiée. L'effet de ces interventions sur la faune aquatique, sur les différentes fonctions écologiques du cours d'eau et sur leur résilience aux changements climatiques demeure méconnu. Trois objectifs ont été fixés par le présent suivi. Premièrement, mieux connaître les communautés de poissons des petits cours d'eau de la Montérégie et leur singularité par rapport aux cours d'eau de gabarit plus important. Deuxièmement, examiner l'effet de différents types d'interventions dans les cours d'eau (traditionnelles et bonifiées) sur les communautés de poissons et sur la qualité physique du cours d'eau en tant qu'habitat du poisson. Troisièmement, présenter les apprentissages ressortant de la mise à l'essai de différents types de bonifications.

Des pêches à l'électricité ont été effectuées dans trois bassins versants où un cours d'eau bonifié, un cours d'eau témoin et un cours d'eau collecteur (soit celui en aval) ont été suivis avant et après les travaux. Malgré des conditions pouvant être adverses (p. ex., habitat physique homogène, paramètres physicochimiques hors critères de qualité établis, étiages sévères), des poissons ont été collectés dans tous les petits cours d'eau, à l'exception d'un cas particulier. Dans les petits cours d'eau à l'étude ($n = 6$), de 2 à 15 espèces ont été répertoriées, totalisant 19 espèces différentes, ce qui contredit la perception selon laquelle ces derniers n'abritent qu'une poignée d'espèces très résilientes. Six groupes trophiques ont été recensés dans les petits cours d'eau et jusqu'à sept types différents de reproduction l'ont été dans un même cours d'eau. Dans les cours d'eau collecteurs à l'étude ($n = 3$), de 9 à 16 espèces ont été collectées, totalisant 22 espèces différentes, de 5 groupes trophiques. Durant tout le suivi, aucune espèce sensible à la pollution n'a été capturée, mais c'est tout de même 24 espèces qui ont été collectées. La structure des communautés des petits cours d'eau diffère de celle des cours d'eau collecteurs, mais la plupart des espèces se retrouvent dans les deux gabarits de cours d'eau (17/24).

En somme, il en ressort que les communautés de poissons de ces cours d'eau moins étudiés (petits et collecteurs) sont uniques et se distinguent de celles des plus grands cours d'eau. Parmi les trois types de bonifications testées, une réaction positive de la communauté de poissons a été mesurée dans un cas, soit le reprofilage du cours d'eau par l'approche du chenal à deux niveaux. La bonification a été réalisée sur 1 km et a affiché une amélioration de la qualité physique de l'habitat submergé. Les deux autres bonifications testées (plantations en berge et épis) n'ont pas engendré d'effet positif à court terme, ni sur la qualité physique de l'habitat ni sur la communauté de poissons. Les interventions de type traditionnel (chenal rectiligne uniforme) exercent pour leur part une pression d'assèchement, tendent à éliminer les refuges thermiques et hydriques et à homogénéiser les écoulements. Les changements dans les communautés ont dans l'ensemble reflété les effets des travaux sur la qualité physique de l'habitat. En ce qui a trait à la vitesse à laquelle la communauté de poissons réagit, les pêches exécutées après les travaux montrent qu'un retour de la communauté à son état préexistant semble généralement possible en moins de deux ans. La réaction peut même être plus rapide, comme dans le cas du chenal à deux niveaux où une réaction positive a été mesurée dès l'année suivant les travaux (richesse spécifique, abondance et structure). Les paramètres de l'habitat physique influant le plus sur la communauté de poissons sont la présence d'eau, l'hétérogénéité (vitesse de courant, hauteur d'eau, substrat) et la présence d'abris (p. ex., fosses) dans le chenal d'écoulement. Les bonifications devraient cibler ces derniers et avoir lieu sur une distance tangible (≥ 1 km) pour qu'on mesure une réaction positive de la communauté de poissons. De plus, le choix de l'intervention doit être judicieusement adapté à la dynamique naturelle du cours d'eau. En l'absence d'une amélioration des approches en matière d'interventions dans les cours d'eau en milieu agricole, une amplification de la dégradation de ces derniers est à anticiper à cause de leur vulnérabilité à l'intensification des changements climatiques. Outre la perte de fonctions écologiques, on peut appréhender la perte de services écosystémiques ainsi qu'une augmentation des frais de curage et de stabilisation qui sont assumés majoritairement par la société. Chaque intervention effectuée dans un cours d'eau visant à assurer le drainage agricole est une opportunité de revoir notre approche pour une meilleure résilience des petits cours d'eau.

Mots-clés : Poisson, communauté ichtyologique, petit cours d'eau, tête de bassin versant, milieu agricole, drainage agricole, chenalisation, curage, aménagement, entretien, bonification, réhabilitation, restauration, épis, chenal à deux niveaux, plantation en berge, retour d'expérience, étude de cas.

Table des matières

Équipe de réalisation	v
Lexique des abréviations, symboles et expressions	vi
Résumé	ix
Avant-propos	xvii
1 Introduction	1
1.1 Problématique	1
1.2 Objectifs	3
2 Cadre légal et administratif	5
3 Méthodologie	9
3.1 Choix des sites	9
3.2 Plan d'échantillonnage	13
3.2.1 Calendrier du suivi	13
3.2.2 Caractérisation biophysique	13
3.2.3 Pêches expérimentales	13
3.3 Analyse des données	14
3.3.1 État biophysique des cours d'eau	14
3.3.2 Communauté de poissons	15
4 Résultats	17
4.1 Contexte météorologique	17
4.2 Suivi dans la MRC d'Acton	18
4.2.1 Localisation des stations de pêche — Acton	18
4.2.2 Description des interventions et bonifications réalisées — Acton	18
4.2.3 Caractérisation biophysique — Acton	20
4.2.3.1 Cours d'eau bonifié et témoin	20
4.2.3.2 Collecteur	23
4.2.3.3 Évolution à court terme de la reprise végétale	24
4.2.4 Communauté de poissons — Acton	25
4.2.4.1 Profil général des captures	25
4.2.4.2 Captures dans les petits cours d'eau (B et T)	27
4.2.4.3 Captures dans le cours d'eau collecteur	27
4.3 Suivi dans la MRC Brome-Missisquoi	29
4.3.1 Localisation des stations de pêche — Brome-Missisquoi	29
4.3.2 Description des interventions et des bonifications réalisées — Brome-Missisquoi	29
4.3.3 Caractérisation biophysique — Brome-Missisquoi	31
4.3.3.1 Cours d'eau bonifié et témoin	31
4.3.3.2 Collecteur	33
4.3.4 Communauté de poissons — Brome-Missisquoi	35

4.3.4.1	<i>Profil général des captures</i>	35
4.3.4.2	<i>Captures dans les petits cours d'eau (B et T)</i>	37
4.3.4.3	<i>Captures dans le cours d'eau collecteur</i>	37
4.4	Suivi dans la MRC de Marguerite-d'Youville	39
4.4.1	Localisation des stations de pêche — Marguerite-d'Youville	39
4.4.2	Description des interventions et des bonifications réalisées — Marguerite-d'Youville.....	39
4.4.3	Caractérisation biophysique — Marguerite-d'Youville	41
4.4.3.1	<i>Cours d'eau bonifié et témoin</i>	41
4.4.3.2	<i>Collecteur</i>	44
4.4.4	Communauté de poissons — Marguerite-d'Youville.....	45
4.4.4.1	<i>Profil général des captures</i>	45
4.4.4.2	<i>Captures dans les petits cours d'eau (B et T)</i>	47
4.4.4.3	<i>Captures dans le cours d'eau collecteur</i>	47
4.5	Regard global sur les cours d'eau du paysage agricole montérégien	49
4.5.1	Données historiques	49
4.5.2	Caractérisation biophysique — paysage agricole.....	49
4.5.3	Communautés de poissons — paysage agricole	51
4.5.3.1	<i>Profil général</i>	51
4.5.3.2	<i>Variabilité spatio-temporelle</i>	54
5	Discussion	57
5.1	Communautés de poissons du paysage agricole montérégien	57
5.1.1	Richesse spécifique et composition.....	57
5.1.2	Abondance et condition	58
5.1.3	Composition trophique et type de reproduction	59
5.2	Effets des travaux.....	61
5.2.1	Réponse à court terme de l'état physique et de la communauté de poissons	61
5.2.2	Complexité physique vs communauté de poissons.....	63
5.3	Bonifications : études de cas et apprentissages	63
5.4	Résilience aux changements climatiques.....	66
5.5	Limites et perspectives	67
5.6	Points saillants.....	70
5.7	Conclusion.....	70
6	Références	73
7	Annexes	79

Liste des figures

Figure 1.	Cartographie des projets d'intervention dans les cours d'eau à des fins de drainage agricole déposés au MFFP pour étude par les MRC de la Montérégie de 2011 à 2020	8
Figure 2.	Localisation des trois sites suivis	10
Figure 3.	Tracé de la branche 1 du ruisseau Notre-Dame en 1964 et actuel	12
Figure 4.	Précipitations totales moyennes des mois de mai à septembre pour la période de 1981 à 2010 et pour les années 2017 et 2019, selon les stations météorologiques situées à proximité des sites suivis	17
Figure 5.	Localisation des stations de pêche dans la MRC d'Acton	18
Figure 6.	Schématisation de la bonification réalisée dans le cours d'eau bonifié dans la MRC d'Acton.....	19
Figure 7.	Évolution de la reprise végétale à la suite du curage traditionnel effectué dans l'embranchement Morin-Gauthier (témoin) à la fin de mai 2019.....	25
Figure 8.	Espèces de poissons capturées et abondance relative dans les trois types de cours d'eau suivis de la MRC d'Acton en 2017 et 2019 : (a) bonifié, (b) témoin et (c) collecteur	26
Figure 9.	Localisation des stations de pêche dans la MRC Brome-Missisquoi	29
Figure 10.	Schématisation de la bonification réalisée dans le cours d'eau de la MRC Brome-Missisquoi	30
Figure 11.	Espèces de poissons capturées et abondance relative dans les trois types de cours d'eau suivis de la MRC Brome-Missisquoi en 2017 et 2019 : (a) bonifié, (b) témoin et (c) collecteur	36
Figure 12.	Localisation des stations de pêche de la MRC de Marguerite-d'Youville	39
Figure 13.	Schématisation de la bonification réalisée sur le cours d'eau bonifié de la MRC de Marguerite-d'Youville	40
Figure 14.	Espèces de poissons capturées et abondance relative dans les trois types de cours d'eau suivis de la MRC de Marguerite-d'Youville en 2017 et 2019 : (a) bonifié (b), témoin et (c) collecteur	46
Figure 15.	Espèces de poissons et abondance relative selon la taille des cours d'eau suivis en 2017 et 2019 en Montérégie : (a) petits cours d'eau et (b) cours d'eau collecteurs	53
Figure 16.	Richesse spécifique en (a), abondance en (b) et capture par unité d'effort (CPUE) en (c), et selon les types de cours d'eau échantillonnés (B : bonifié, T : témoin, C : collecteur), la MRC et l'année de suivi.....	55

Liste des tableaux

Tableau 1.	Description des cours d'eau échantillonnées	11
Tableau 2.	Résumé des interventions récentes ayant eu lieu dans les cours d'eau suivis dans la MRC d'Acton	20
Tableau 3.	Paramètres principaux notés durant la caractérisation biophysique des cours d'eau, bonifié et témoin, en 2017 et 2019 dans la MRC d'Acton	21
Tableau 4.	Paramètres physicochimiques notés dans les cours d'eau, bonifié et témoin, en 2017 et 2019 dans la MRC d'Acton	23
Tableau 5.	Paramètres principaux notés durant la caractérisation biophysique du cours d'eau collecteur en 2017 et 2019 dans la MRC d'Acton	24
Tableau 6.	Paramètres physicochimiques notés dans le cours d'eau collecteur en 2017 et 2019 dans la MRC d'Acton	24
Tableau 7.	Variables de la communauté de poissons des cours d'eau, bonifié et témoin, en 2017 et 2019 dans la MRC d'Acton	28
Tableau 8.	Variables de la communauté de poissons du cours d'eau collecteur en 2017 et 2019 dans la MRC d'Acton	28
Tableau 9.	Résumé des interventions récentes ayant eu lieu dans les cours d'eau suivis de la MRC Brome-Missisquoi	31
Tableau 10.	Paramètres principaux notés durant la caractérisation biophysique des cours d'eau, bonifié et témoin, en 2017 et 2019 dans la MRC de Brome-Missisquoi	32
Tableau 11.	Paramètres physicochimiques notés dans les cours d'eau, bonifié et témoin, en 2017 et 2019 dans la MRC Brome-Missisquoi	33
Tableau 12.	Paramètres principaux notés durant la caractérisation biophysique du cours d'eau collecteur en 2017 et 2019 dans la MRC Brome-Missisquoi	34
Tableau 13.	Paramètres physicochimiques notés dans le cours d'eau collecteur en 2017 et 2019 dans la MRC Brome-Missisquoi	34
Tableau 14.	Variables de la communauté de poissons dans les cours d'eau, bonifié et témoin, en 2017 et 2019 dans la MRC Brome-Missisquoi	38
Tableau 15.	Variables de la communauté de poissons dans le cours d'eau collecteur en 2017 et 2019 dans la MRC Brome-Missisquoi	38
Tableau 16.	Résumé des interventions récentes ayant eu lieu dans les cours d'eau suivis dans la MRC de Marguerite-d'Youville	41
Tableau 17.	Paramètres principaux notés durant la caractérisation biophysique des cours, d'eau bonifié et témoin, en 2017 et 2019 dans la MRC de Marguerite-d'Youville	42
Tableau 18.	Paramètres physicochimiques notés dans les cours d'eau, bonifié et témoin, en 2017 et 2019 dans la MRC de Marguerite-d'Youville	44
Tableau 19.	Paramètres principaux notés durant la caractérisation biophysique du cours d'eau collecteur en 2017 et 2019 dans la MRC de Marguerite-d'Youville	45
Tableau 20.	Paramètres physicochimiques notés dans le cours d'eau collecteur en 2017 et 2019 dans la MRC de Marguerite-d'Youville	45
Tableau 21.	Variables de la communauté de poissons dans les cours d'eau, bonifié et témoin, en 2017 et 2019 dans la MRC de Marguerite-d'Youville	48
Tableau 22.	Variable de la communauté de poissons dans le cours d'eau collecteur en 2017 et 2019 dans la MRC de Marguerite-d'Youville	48
Tableau 23.	Gamme mesurée des principaux paramètres notés durant la caractérisation biophysique en 2017 et 2019, selon la taille des cours d'eau	50
Tableau 24.	Gamme mesurée des paramètres physicochimiques notés durant la caractérisation biophysique en 2017 et 2019, selon la taille des cours d'eau	51

Tableau 25.	Variable de la communauté de poissons, selon la taille des cours d'eau suivis en 2017 et 2019 en Montérégie.....	52
Tableau 26.	Complexité physique du chenal d'écoulement avant et après les travaux (hétérogène vs homogène) et modulation de trois variables de la communauté de poissons (richesse, abondance, CPUE).....	54

Annexes

Annexe 1	Dates des pêches expérimentales effectuées en 2017 et 2019	81
Annexe 2	Liste des espèces de poissons capturés précisant le code de l'espèce, le nom latin, le nom vernaculaire, la famille, la tolérance à la pollution, le groupe trophique, le mode de reproduction et le nom anglais	83
Annexe 3a	Caractérisation biophysique des cours d'eau suivis (bonifié, témoin ou collecteur) selon la campagne de l'année 2017	85
Annexe 3b	Caractérisation biophysique des cours d'eau suivis (bonifié, témoin ou collecteur) selon la campagne de l'année 2019	89
Annexe 4a	Captures de poissons et effort de pêche selon le type de cours d'eau (bonifié, témoin ou collecteur) et la campagne pour les suivis effectués à la pêche électrique en 2017	93
Annexe 4b	Captures de poissons et effort de pêche selon le type de cours d'eau (bonifié, témoin ou collecteur) et la campagne pour les suivis effectués à la pêche électrique en 2019	95
Annexe 5	Répertoire photographique	97

Avant-propos

Ce rapport traite d'un sujet peu documenté au Québec, soit les petits cours d'eau modifiés à des fins de drainage agricole et leurs communautés de poissons. Il s'adresse à tous les acteurs impliqués directement ou indirectement dans les interventions effectuées dans les cours d'eau. On pense autant aux différents ministères impliqués chacun à leur façon dans l'état de l'écosystème aquatique (MFFP, MELCC, MAPAQ, MPO) qu'aux MRC assurant la direction des interventions dans les cours d'eau, qu'aux productrices et aux producteurs sur les terres desquels les cours d'eau passent, avec leurs contraintes et leurs bénéfices, qu'aux autres propriétaires riverains appréciant la proximité et la beauté du cours d'eau, qu'aux consultants agissant à titre d'experts-conseils pour résoudre les problématiques relatives aux cours d'eau, qu'au personnel des clubs-conseils qui constituent un lien entre les producteurs agricoles et les orientations gouvernementales et scientifiques, qu'aux partenaires tels que les organismes de bassin versant et les autres organismes environnementaux qui collaborent tous à préserver la ressource eau ainsi que la biodiversité dans le paysage agricole.

Ce rapport contient de nombreuses données brutes qui pourront tantôt rendre la lecture ardue, tantôt permettre d'interpréter les résultats au-delà des aspects abordés. L'objectif est de prendre conscience de l'état physique des cours d'eau du milieu agricole montréalais et de l'état de leurs communautés de poissons afin de mieux comprendre les effets engendrés par nos interventions dans ces milieux (telles que les entretiens de ces cours d'eau) et de favoriser, par chacune de nos interventions futures, le maintien d'un écosystème aquatique fonctionnel et résilient, au profit des générations futures.

Car ce sont les petits ruisseaux qui font les grandes rivières.

1 Introduction

1.1 Problématique

L'état des communautés de poissons dans les petits cours d'eau (PCE) de la Montérégie est peu documenté. Or, les PCE de la région ont été modifiés extensivement à des fins de drainage agricole. La Montérégie est qualifiée de « grenier du Québec » et les cultures occupent près de 60 % de sa superficie (MAPAQ, 2014). Selon des estimations réalisées en 2001, 30 000 km de cours d'eau avaient alors fait l'objet d'un aménagement² de type « chenalisation³ » pour améliorer le drainage. La plupart étaient originellement des cours d'eau au lit naturellement bien défini, tandis qu'un tiers (soit approximativement 10 000 km) était à l'origine des coulées naturelles peu profondes (30 à 60 cm de profondeur) ou ont littéralement été « créés » de toutes pièces. En somme, en date de 2001, on était intervenu dans environ 55 000 km de cours d'eau du milieu agricole, en tenant compte des travaux d'entretien⁴ (soit le retour dans un cours d'eau déjà aménagé) (Beaulieu, 2001). Malgré l'ampleur de ces interventions, ce bilan n'a pas été actualisé et l'effet de ces dernières sur les écosystèmes aquatiques du Québec est très peu documenté.

Les interventions dans des cours d'eau à des fins agricoles ont été conçues pour évacuer l'eau le plus rapidement possible et sans débordement. L'élimination des méandres était pratique courante. Il était estimé qu'outre évacuer l'eau plus vite cela facilitait l'agriculture aux abords des cours d'eau et que, par la même occasion, on corrigeait les problèmes d'érosion observés dans les méandres. Les vitesses d'écoulement et les débits de pointe ont ainsi été augmentés de 20 à 75 % (Beaulieu, 2001). Mais ces travaux majeurs ne sont pas propres au Québec. Tout le Midwest américain, qui est reconnu comme étant le grenier des États-Unis, a subi des interventions similaires et il en a été de même en Europe. On se rapportera ici aux aménagements traditionnellement réalisés sous le vocable « chenalisation » qui consiste à modifier la géométrie du lit mineur en façonnant des canaux linéarisés, élargis et approfondis.

L'étude des processus naturels se produisant dans les cours d'eau n'est pas nouvelle. Déjà, en 1955, Lane présentait un modèle conceptuel illustrant l'équilibre dynamique entre le débit liquide et le débit solide sous influence des facteurs hydrauliques (vitesse du courant, hauteur d'eau, débit) et géologiques (pente, taille des particules, cohésion des matériaux). De plus, il est démontré que la chenalisation peut accentuer les problématiques de sédimentation et d'érosion (Brookes, 1987). C'est une forme qui n'est pas adaptée aux processus naturels des cours d'eau. Elle tend à favoriser l'augmentation de la sédimentation en période d'écoulement faible et une augmentation de l'érosion en période de crue (Jayakaran et Ward, 2007; Rhoads et Herricks, 1996; USDA-NRCS, 2007; Landwehr et Rhoads, 2003; Agence de l'eau Rhin-Meuse, 2010). Cette problématique est appelée à s'amplifier à cause des changements climatiques. Les études du consortium OURANOS le confirmaient, les changements climatiques bouleverseront le Québec dans les années à venir (OURANOS, 2010). Une augmentation de la fréquence des événements climatiques extrêmes (pluies intenses, crues, sécheresses) pourrait avoir des conséquences importantes sur la ressource eau et sur l'érosion des sols (Lepage et coll., 2011). Ainsi, ces changements pourraient compromettre la « stabilité » des petits cours d'eau aménagés traditionnellement à des fins de drainage agricole de même que les fonctions écologiques assurées par ces derniers. Malgré cela, en Montérégie, c'est encore l'approche traditionnelle qui est la plus largement utilisée. Et même s'il est reconnu que ce type de travaux nuit

² Voir lexique.

³ Voir lexique.

⁴ Voir lexique.

aux différentes fonctions écologiques du cours d'eau, les outils administratifs et légaux du Québec n'ont pas favorisé une amélioration des approches assurant une démarche holistique durant les interventions effectuées dans les cours d'eau visant à assurer le drainage agricole. Conséquemment, peu d'initiatives ont été mises à l'essai pour restaurer ou réhabiliter ces cours d'eau aux fonctions dégradées.

Pourtant, ces cours d'eau sont une composante majeure de l'écosystème aquatique. Les PCE représentent 60 % à 85 % de la longueur totale du réseau hydrographique (Richards, 2004; Agence de l'eau Rhin-Meuse, 2010; Paradis, 2015; Ohio EPA, 2015b). Pour ces derniers, il y a de fortes relations entre l'hydrologie, la géomorphologie et leur potentiel biotique. Cela dit, il n'existe pas de définition universelle de ce qu'est un « petit cours d'eau », conséquemment les descriptions peuvent sensiblement varier. Par exemple, l'Environmental Protection Agency (EPA) de l'Ohio les définit comme étant « tous segments de cours d'eau ayant une aire de drainage de moins de 260 ha (2,6 km²)... ». En France, on classe la plupart des cours d'eau de moins de 2 m de large dans cette catégorie. Et Le Bihan (2009) considère quant à lui tout cours d'eau d'ordre de Strahler de 1 et 2 comme une « tête de bassin versant ». Malgré leur petite taille, par leur nombre, les PCE soutiennent des fonctions écologiques et économiques importantes (Agence de l'eau Rhin-Meuse, 2010; Ohio EPA, 2012).

En effet, les petits cours d'eau assument de nombreuses fonctions : transport des sédiments, rôle dans le cycle de la transformation de la matière organique, régulation du cycle hydrologique, habitat pour le poisson et autres organismes aquatiques. Le Comité sur la gestion intégrée des ressources en milieu agricole (COGIRMA), dans son analyse portant sur la faune en milieu agricole, soulignait le fait que certaines espèces fauniques dépendent spécialement des petits cours d'eau pour leur reproduction ou pour s'abriter (COGIRMA, 2010). C'est sans parler du rôle complémentaire que joue sa ripisylve (végétation riveraine procurant un écran contre le réchauffement excessif de l'eau, une barrière contre les apports de sédiments dans les plans d'eau, un rempart contre l'érosion des sols et des rives, un filtre contre la pollution de l'eau, un brise-vent naturel, une composante de l'esthétique du paysage, un habitat pour les oiseaux champêtres). Mais l'effet des interventions de drainage sur les différents rôles écologiques du cours d'eau demeure peu documenté au Québec, notamment leur rôle en tant qu'habitat pour le poisson. En fait, au Québec, on s'est peu penché sur les communautés de poissons de ces cours d'eau.

Aménagés sous forme de chenal linéarisé, élargi et profond, les cours d'eau en milieu agricole, par leur simplicité structurale, offrent un habitat peu complexe. Or, il est reconnu que la structure de la communauté de poissons dépend de la complexité physique de l'habitat; de son hétérogénéité (Ohio EPA, 2012; Frothingham et coll., 2001; D'Ambrosio et coll., 2009; D'Ambrosio et coll., 2014). Plusieurs études montrent que les PCE peuvent abriter une faune aquatique unique, adaptée aux schémas de flot et de température particuliers de ces derniers (Meyer et coll., 2007; Ohio EPA, 2012). En outre, de nombreuses études soutiennent que la contribution des cours d'eau de tête de bassin versant dans le portrait global de la biodiversité du réseau hydrographique est substantielle (Agence de l'eau Rhin-Meuse, 2010; Meyer et coll., 2007; Ohio EPA, 2012). La chenalisation et l'entretien des cours d'eau par les méthodes traditionnelles sont considérés comme ayant un effet majeur sur la communauté de poissons dans le paysage agricole (Rhoads et Herricks, 1996; Frothingham et coll., 2001; Smiley et coll., 2008). Selon Wasson et coll. (1998), l'altération du milieu physique par chenalisation peut entraîner une réduction de l'ordre de 80 % de la biomasse piscicole. Des suivis récents ont montré qu'il est possible d'avoir un effet positif sur la communauté de poissons en jouant sur les variables physiques du prisme⁵ du cours d'eau (Smiley et coll., 2008; D'Ambrosio et coll., 2014). Basée sur ces résultats, l'hypothèse sous-tend ici que chaque intervention « d'entretien » dans un

⁵ Voir lexique.

cours d'eau à des fins de drainage agricole représente du même coup une opportunité d'améliorer l'habitat du poisson.

1.2 Objectifs

Au Québec, à ce jour, bien que quelques études se soient penchées sur les cours d'eau en territoire agricole (tels que Richard et Giroux, 2004; Garceau et coll., 2007; Théberge et coll., 2008a et b), très peu ont été réalisées sur les PCE situés à la tête des bassins versants, sur leurs communautés de poissons et sur les effets des travaux qui y sont réalisés (notons : Lepage et coll., 2012; Klein et coll., 2013). Pour pallier ce peu de données, la présente étude a fixé trois objectifs. Premièrement, de mieux connaître les communautés de poissons des PCE de la Montérégie et leur singularité par rapport aux cours d'eau de gabarit plus importants. Deuxièmement, d'examiner l'effet de différents types d'interventions dans les cours d'eau (traditionnelles et bonifiées⁶) sur la communauté de poissons et sur la qualité physique du cours d'eau en tant qu'habitat du poisson. Troisièmement, de présenter les apprentissages ressortant de la mise à l'essai des différents types de bonifications. L'hypothèse de base est que, avec l'amélioration de la qualité physique de l'habitat à l'intérieur même du prisme du cours d'eau, l'on puisse mesurer une réponse positive de la communauté de poissons. Ce rapport présente le suivi qui s'est déroulé dans trois différents bassins versants et pour lequel des pêches ont été réalisées aux cours des étés 2017 et 2019, soit avant et après les interventions dans les cours d'eau visant le drainage agricole intégrant des bonifications pour la faune ichthyologique et, plus largement, pour la biodiversité. Dans chacun des cas, les réponses ont été comparées à celles d'un cours d'eau témoin.

⁶ Voir Lexique.

2 Cadre légal et administratif

Afin de mieux comprendre le contexte contemporain entourant les interventions en cours à des fins de drainage agricole au Québec, voici une brève description du cadre légal et administratif. Un retour plus détaillé sur l'historique et le cadre réglementaire entourant ces interventions est présenté dans le rapport du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) (2015), de même qu'une analyse d'un groupe de travail (GTGCEM, 2012).

Les premiers aménagements de cours d'eau à des fins de drainage agricole répertoriés comme ayant été réalisés sous l'égide du ministère de l'Alimentation, des Pêcheries et de l'Agriculture (MAPAQ) datent de 1917. Jusqu'en 1994, c'est ce ministère qui assurait le maintien du bon drainage des terres agricoles. Dans le cas de problèmes d'écoulement des eaux causés par la sédimentation dans le cours d'eau, l'approche consistait typiquement à « entretenir » le cours d'eau pour lui redonner le gabarit déterminé à l'aménagement agricole d'origine de ce dernier (profondeur, pente des talus, section trapézoïdale, pente longitudinale).

Plus récemment, la responsabilité a été impartie à différentes instances, soit essentiellement les municipalités régionales de comté (MRC), le MAPAQ et le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). La MRC est depuis 2006 l'instance qui procède aux travaux dans les cours d'eau, notamment aux « aménagements » et aux « entretiens » à des fins de drainage agricole (ECEA). Elle le fait en vertu de la *Loi sur les compétences municipales* (R.L.R.Q. C-47.1) qui lui a attribué des responsabilités et des pouvoirs en matière de gestion des cours d'eau⁷. La MRC intervient généralement sur demande d'un producteur agricole estimant que le drainage procuré par un cours d'eau n'est plus optimal pour assurer la productivité agricole. Quant aux rôles du MAPAQ et du MELCC, ils sont aujourd'hui indirects. L'influence du MAPAQ se situe principalement sur le plan de la promotion de pratiques de conservation des sols au champ ainsi que du remboursement aux producteurs agricoles d'une partie des frais d'entretien des cours d'eau par l'entremise du Programme de crédit de taxes foncières agricoles à un taux d'environ 70 %. Pour le volet promotion des bonnes pratiques, le MAPAQ agit essentiellement en soutenant financièrement les clubs-conseils en agroenvironnement et les réseaux agriconseils qu'il a mis en place avec plusieurs partenaires. Les clubs et les réseaux offrent un service à la demande du producteur, qui peut notamment consister à analyser une problématique de perte de sols. Les conseillers des clubs et des réseaux pourront, dans un tel cas, recommander des actions adaptées permettant de réduire l'érosion des sols et, conséquemment, la sédimentation dans le cours d'eau. Finalement, le MELCC est impliqué de deux façons. D'abord, il détermine les exigences environnementales à respecter au regard de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (R.L.R.Q., chapitre Q-2), notamment en matière de travaux dans les cours d'eau. Ensuite, il doit élaborer, mettre en œuvre et coordonner l'application de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (Politique)⁸. Le gouvernement du Québec a toutefois délégué aux municipalités la responsabilité d'appliquer la Politique. De celle-ci dépend la protection de la bande riveraine. Selon la Politique, en milieu agricole, la bande riveraine doit mesurer un minimum

⁷ Deux articles de la LCM sont à souligner : 105 et 106. L'article 105 stipule que la MRC a le devoir de rétablir l'écoulement normal de l'eau « lorsqu'elle est informée de la présence d'une obstruction qui menace la sécurité des personnes ou des biens », alors que l'article 106 donne le pouvoir (« Toute municipalité régionale de comté peut réaliser des travaux permettant la création, l'aménagement ou l'entretien d'un cours d'eau... »).

À ce jour, le MAMH indique que les interventions de curage à des fins de drainage agricole sont réalisées en vertu de l'article 106. Toutefois, la LCM ne détermine pas ce qui est considéré comme un bien. Et même si les accumulations progressives d'alluvions ne sont pas considérées comme des obstructions, certaines MRC estiment avoir à intervenir en vertu de l'article 105. Sources : MAMROT (2012), MAMH (2014), D. Noreau, comm. pers.

⁸ La Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables et son mode d'application étaient en cours de révision en date de parution du présent rapport.

de 3 m de large et doit inclure un minimum de 1 m sur le haut du talus. Mais les constatations indiquent que la bande riveraine minimale est généralement peu respectée dans le milieu agricole de la Montérégie. Conséquemment, la bande riveraine ne peut jouer ses rôles bénéfiques sur les petits cours d'eau (p. ex., stabilisation de la berge, filtration du ruissellement, distanciation des cultures et des épandages de produits phytosanitaires du cours d'eau). Bref, le mode de fonctionnement actuel ne favorise pas la cohérence ou la synergie entre les actions qui contribueraient à réduire les interventions de curage⁹ dans les cours d'eau.

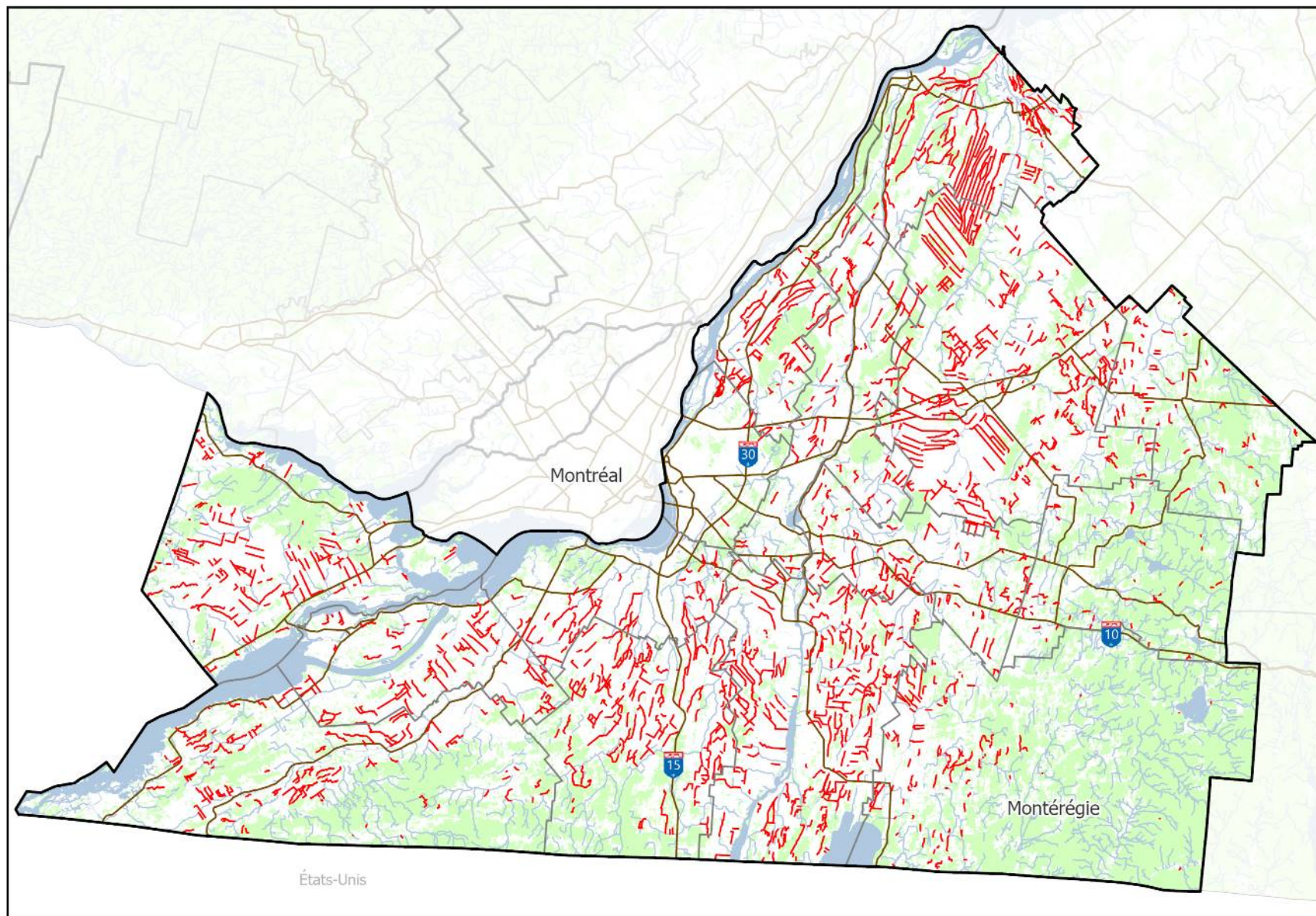
Le rôle de chacune de ces organisations a une influence sur les méthodes utilisées ainsi que sur le nombre et la récurrence des interventions effectuées dans les cours d'eau. Mais, malgré des initiatives pour moderniser la compréhension et la gestion des cours d'eau comme le *Guide sur la gestion des cours d'eau* produit par des MRC de l'Association des gestionnaires régionaux des cours d'eau du Québec (AGRCQ) (2017), les outils administratifs et légaux avec lesquels travaillent ces dernières ont laissé plusieurs problématiques se perpétuer de façon généralisée sur le territoire. Pour n'en nommer que quelques-unes, il y a les pertes de sol du champ, l'absence de bande riveraine, la promulgation d'une géométrie uniforme des cours d'eau, l'absence de considération des processus naturels et du débit solide, l'absence d'écoconditionnalité associée au soutien financier et l'absence de diagnostics examinant la problématique à l'échelle du bassin versant. Comme aucun bilan global de ces interventions n'était réalisé, il était impossible d'obtenir un portrait d'ensemble. En 2011, une entente administrative a été conclue afin de clarifier les attentes au regard de la *Loi sur la qualité de l'environnement* pour les travaux dits d'« entretien » (retour dans un cours d'eau déjà aménagé). Cette entente, la « Procédure d'entretien de cours d'eau à des fins de drainage agricole », prévoyait que les MRC devaient présenter les dossiers au MELCC pour information et validation des critères d'éligibilité. Pour être admissibles à la Procédure, les MRC devaient confirmer l'absence d'enjeux environnementaux sensibles particuliers (p. ex., espèce faunique à statut précaire, milieu humide). La DGFa-EMML a, pour sa part, fourni au MELCC et aux MRC les données fauniques dont elle disposait pour évaluer la sensibilité au regard des enjeux fauniques, de même que des recommandations générales s'insérant dans les conditions établies dans la Procédure. Cette entente a ainsi permis de colliger l'information et de dresser un bilan des travaux. Ainsi, il est apparu qu'en Montérégie, en 2011 et 2012, les MRC avaient réalisé une centaine de projets d'entretien par année totalisant plus de 250 km d'interventions annuellement (Gravel, 2013). La récurrence des interventions peut être très variable. Certains des cours d'eau n'avaient pas subi de travaux depuis plus de 25 ans, tandis que d'autres étaient revisités en moins de 10 à 15 ans. De 2011 à 2020, années au cours desquelles la Procédure a été appliquée, la cadence annuelle est demeurée en moyenne au-delà de 200 km en Montérégie. La figure 1 présente les projets préliminaires déposés pour étude au MELCC et au MFFP pour la Montérégie durant cette période. Les interventions réellement effectuées pourraient différer sensiblement de la cartographie ci-dessous, car les MRC ont selon toute vraisemblance abandonné ou retardé certains projets. Cela dit, cette carte est le reflet global le plus représentatif disponible et demeure indicatrice de l'étendue des interventions dans la région.

La figure 1 présente donc les projets encadrés par la Procédure, soit essentiellement des travaux d'« entretien ». Les entretiens comprennent habituellement le retrait des sédiments accumulés sur le lit par rapport au profil d'aménagement d'origine et dans les ponceaux ainsi que la stabilisation des berges, des exutoires de drains et des ponceaux avec de la pierre. Il est relativement courant de ne pas retoucher les talus; cette dernière approche est appelée la méthode du tiers inférieur. Bien que la méthode du tiers inférieur offre l'avantage de minimiser la perturbation de la végétation implantée dans le talus, elle se résume tout de même à simplifier la qualité physique de l'habitat en redressant et en uniformisant le cours d'eau, ce qui en fait un habitat peu diversifié pour les besoins de la faune aquatique. De plus, elle entraîne tout de même la remise en suspension d'une quantité importante de

⁹ Voir lexique.

particules fines qui se déposeront sur les habitats situés en aval et n'est donc pas considérée comme une méthode dont les conséquences sont moins néfastes pour le poisson et son habitat. Au cours de la période de 2011 à 2020, un nombre très limité de cours d'eau ont fait l'objet d'une réévaluation de leur géométrie. C'est donc dire que l'habitat aquatique dans ces cours d'eau, qui représentent quelque 70 % du réseau hydrographique, est maintenu artificiellement dans une forme homogène et simplifiée.

Figure 1. Cartographie des projets d'intervention dans les cours d'eau à des fins de drainage agricole déposés au MFFP pour étude par les MRC de la Montérégie de 2011 à 2020



3 Méthodologie

En somme, le suivi a été déployé dans trois bassins versants pour répondre aux objectifs poursuivis : mieux connaître les communautés de poissons des petits cours d'eau de la Montérégie, examiner la réaction de ces communautés et l'état physique du cours d'eau à la suite de différents types d'interventions bonifiées et traditionnelles ainsi que colliger les observations et les apprentissages résultants des travaux.

3.1 Choix des sites

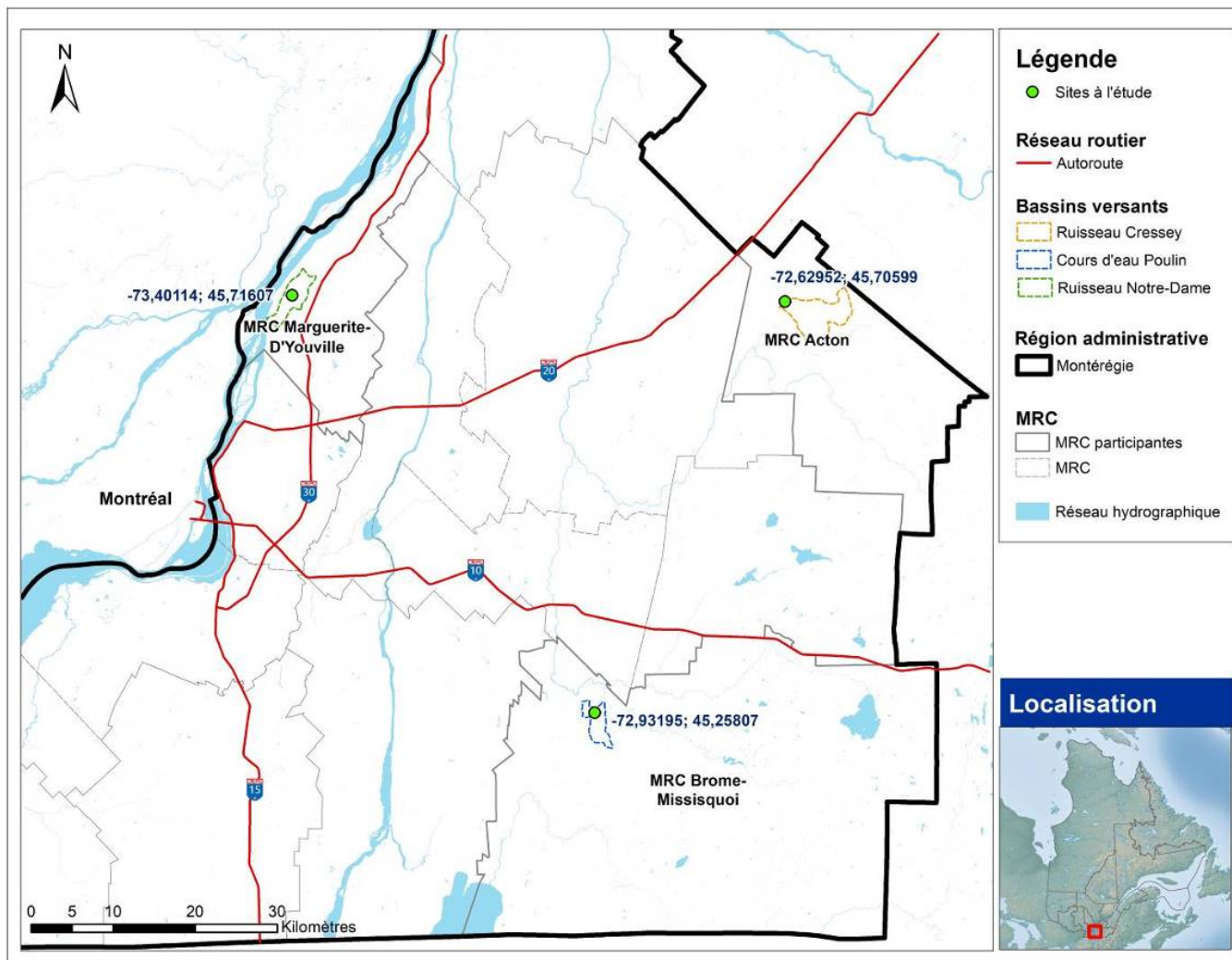
Les sites devaient être représentatifs du territoire agricole de la Montérégie, c'est-à-dire occupé essentiellement par les grandes cultures, relativement plat et dont les sols sont principalement composés d'argile et de limon. Pour déterminer les sites à suivre, un appel de projets a été lancé aux MRC de la région. Ces dernières devaient proposer des sites où des travaux d'entretien de cours d'eau à des fins de drainage agricole (ECEA) avaient été demandés, mais où il était possible de bonifier l'intervention par rapport à l'approche traditionnelle. Les bonifications devaient viser à améliorer la qualité physique de l'habitat faunique et la résilience du cours d'eau aux changements climatiques. L'objectif était d'introduire de l'hétérogénéité, à même le prisme du cours d'eau (lit et talus), de façon à maximiser les aménagements ayant un effet positif direct sur le poisson et son habitat. Telle qu'elle est définie par le USDA-NRCS (traduction libre) : l'hétérogénéité est la complexité ou la diversité des structures physiques de l'habitat (p. ex., la hauteur d'eau, la vitesse du courant, le substrat, les abris submergés, la largeur submergée, la sinuosité, la morphologie). Cette diversité physique augmente notamment le potentiel de résilience durant les perturbations. Par exemple, une gamme abondante et variée de structures immergées (p. ex., bois mort, complexe de racines, pierres irrégulières) procure aux organismes aquatiques un grand nombre de niches et d'habitats diversifiés (Barbour et coll., 1999).

Le MFFP a fourni aux MRC intéressées différentes idées et de la documentation pour alimenter les réflexions quant aux pistes possibles pour accroître l'hétérogénéité physique du cours d'eau et réhabiliter dans une certaine mesure sa productivité ichthyologique. Voici quelques exemples :

- insertion d'abris dans le lit mineur (grosses pierres, bois mort);
- installation de déflecteurs ou d'épis;
- restauration d'une alternance « seuil-mouille » (ou succession radier-fosse);
- intégration de « banquettes » dans le lit du cours d'eau (surélévation du fond du cours d'eau longeant une berge et s'étalant sur une partie seulement de la largeur du lit, visant à réduire la largeur d'écoulement en étiage tout en demeurant immergé hors étiage);
- mise en place de petits seuils (devant permettre d'assurer la libre circulation du poisson);
- rétablissement du lien entre le cours d'eau et la plaine inondable;
- création de chenal à deux niveaux;
- réintroduction de méandres (« reméandrage »);
- élargissements ou approfondissements localisés du lit du cours d'eau;
- recharge de granulat;
- plantation de végétaux en talus permettant la conservation d'une meilleure structure des communautés végétales des lisières (favorise la disponibilité de la nourriture et d'abris, améliore la qualité de l'eau, procure de l'ombre, etc.).

Ainsi, les gestionnaires des cours d'eau des MRC et leurs consultants ont proposé les bonifications possibles en fonction des différentes contraintes (physiques, administratives, techniques, financières, etc.) et de la prise en compte des dysfonctionnements, puis ils ont soumis leurs projets. Le suivi est allé de l'avant avec les projets proposés par les trois MRC suivantes : Acton, Brome-Missisquoi et Marguerite-d'Youville. La figure 2 localise les projets dans la Montérégie. Et, puisque le volet financier est généralement un frein considérable aux travaux bonifiés, le MFFP offrait un soutien financier pour assumer une partie des dépenses supplémentaires engagées par la bonification visant la faune et l'écosystème aquatique. Le tout a été possible grâce à l'enveloppe obtenue du Plan d'action sur les changements climatiques du Québec 2013-2020.

Figure 2. Localisation des trois sites suivis



Le tableau 1 compile le descriptif des cours d'eau suivis (B, T, C). Les petits cours d'eau (B et T) sont tous typiques de la Montérégie et de son contexte agricole. Ils drainent un bassin versant de 74 ha à 551 ha et sont tous considérés comme étant à écoulement intermittent selon la Banque de données topographiques du Québec. Leur bassin versant est occupé à plus de 75 % par les activités agricoles, essentiellement par de grandes cultures (maïs-grain, soya, maïs, orge). Les pentes longitudinales moyennes sont faibles, variant de 0,04 % à 0,61 %. Le substrat est généralement composé de particules fines (argile, limon, sable). Dans tous les cas, on parle de cours d'eau au tracé linéarisé.

Tableau 1. Description des cours d'eau échantillonnés

MRC	Nom du cours d'eau	Type (B : bonifié, T : témoin, C : collecteur)	Cours d'eau					Suivi					Usages dans le BV							État initial*
			Longueur totale (km)	Bassin versant (ha)	Pente longitudinale moy. (%)	Aménagement	Entretiens connus	Point aval du suivi [PAS] (Latitude, Longitude)	Longueur depuis PAS (km)	BV à partir de PAS (ha)	Pente longitudinale moy. (%)	Pente longitudinale max. (%)	Sinuosité du tracé (Sinueux, Rectiligne)	Agricole (%)	Urbain (%)	Industriel (%)	Naturel (%)	2 principales cultures (M : maïs, MG : maïs-grain, S : soya, O : orge, D : divers)	1 - Chenalisation 2- Renaturalisation 3 - Allure naturelle	
Acton	Rau Miclette-Gauthier	B	1,7	180	0,59	1959	2017	45.70599°, -72.62952°	1,0	74	0,52	1,8	R	90	0	0	10	M (10%), S (90%)	2	
	Embr. Morin-Gauthier	T	1,0	78	0,61	1959	2017	45.70286°, -72.62791°	1,0	78	0,61	0,70	R	95	0	0	5	O (20%), S (40%), D (40%)	2	
	Rau Cressey	C	28	3 000	0,38	1982	1982	45.69910°, -72.63160°	27	n. d.	n. d.	3,33	S et R	65	10	0	25	M (30%), S (30%)	3	
Brome-Missisquoi	Branche 6 C. E. Poulin	B	2,8	190	0,2	1977, 2018	1985	45.25824, -72.92464°	2,8	190	0,22	0,32	R	> 75%	golf	0	14	MG	2	
	C. E. Poulin (tête)	T	-	-	-	1953, 1977	1985	45.23391°, -72.92849°	2,5	190	n. d.	0,38	R	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	MG, S	2-3	
	C. E. Poulin	C	6,4	1 200	n. d.	1953, 1977	1985, 2007	45.25933, -72.92287°	5,2	1 083	0,39	n. d.	S et R	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	3	
Marguerite-d'Youville	Branche 1 Notre-Dame	B	4,0	500	0	1975	2017	45.71151, -73.39758°	4,0	500	0,04	0,04	R	> 95 %	n. d.	n. d.	0	MG, S	1	
	Rau Notre-Dame (tête)	T	-	-	-	1975	2000, 2015	45.72268°; -73.38061°	3,5	551	n. d.	n. d.	R	> 95 %	n. d.	n. d.	n. d.	MG, S	1	
	Rau Notre-Dame	C	12	1 800	0,1	1975	2000, 2015	45.71151°; -73.39758°	6	1 338	0,06	n. d.	S et R	> 75 %	12	n. d.	2	MG, S	3	

† Tout, depuis son exutoire

‡ Depuis la route 104, soit à 1,2 km en amont de l'exutoire.

n. d. Non déterminé

* Tel que cela est dans Ohio EPA (2012)

Leur « aménagement » d'origine a été réalisé de 1953 à 1977 et, dans tous les cas, selon l'approche traditionnelle de chenalisation. Ainsi, tous les sites ont fait l'objet d'un certain degré de modification. Dans Ohio EPA (2012), et tel que l'a repris D'Ambrosio (2014), on se rapporte à trois catégories pour distinguer dans quelle mesure la géomorphologie du cours d'eau a été refaçonée et quel est le taux de recouvrement des processus physiques : 1) chenalisation : chenal d'écoulement homogène, sans complexité, chenalisé récemment ou affichant une absence de complexité géomorphologique; 2) renaturation : le chenal d'écoulement présente un recouvrement partiel des processus et des formes (p. ex., absence d'entretien récent, présence de banquettes ou d'une complexité rudimentaire de la géométrie du chenal); et 3) allure naturelle : site où l'on ne devine pas les traces d'interventions passées (p. ex., chenal sinueux, alternance des faciès d'écoulement). À l'exception des cours d'eau de la MRC de Marguerite-d'Youville, tous les autres petits cours d'eau affichaient un recouvrement partiel des processus physiques, en faisant ainsi des cours d'eau de la catégorie 2, voire 3 (tableau 1). La figure 3 illustre le genre de changements qui ont été appliqués aux cours d'eau du paysage agricole par le passé. On y voit que la section aval du cours d'eau a été déplacée (ici la branche 1 du ruisseau Notre-Dame à Varennes), et que les méandres ont été éliminés dans le ruisseau principal (ruisseau Notre-Dame). Les cours d'eau collecteurs n'ont généralement pas fait l'objet de travaux de chenalisation. Leur écoulement est permanent et ils offrent une diversité d'habitats généralement intéressante forgée par les processus naturels.

Figure 3. Tracé de la branche 1 du ruisseau Notre-Dame en 1964 et actuel



3.2 Plan d'échantillonnage

Le suivi comprend une caractérisation biophysique ainsi que des pêches expérimentales. Pour chacune des trois MRC, le suivi a été effectué dans trois cours d'eau, soit un cours d'eau bonifié (B), un cours d'eau témoin (T) ainsi que dans le cours d'eau collecteur (C). La définition de chacun est présentée dans le lexique.

3.2.1 Calendrier du suivi

Le suivi a été réalisé en 2017 (avant intervention) afin d'établir le portrait de référence de la communauté de poissons et de son habitat tout juste avant les interventions. Il a été répété en 2019 (après intervention) pour dresser un portrait après intervention. Un délai de deux ans a été estimé suffisant pour laisser le temps au milieu de se rétablir des effets à court terme des travaux (p. ex., reprise végétale) et ainsi obtenir des mesures valides de la réaction de la communauté de poissons au nouvel aménagement physique du cours d'eau. D'ailleurs, selon Ward-Campbell et coll. (2017), la communauté de poissons tend à se rétablir en moins de deux ans à la suite des travaux d'entretien traditionnel. Deux campagnes se sont déroulées par été. En 2017, les inventaires ont eu lieu du 4 juillet au 1^{er} septembre. En 2019, ils se sont tenus du 13 juin au 8 septembre. Le calendrier des sorties est présenté à l'annexe 1.

3.2.2 Caractérisation biophysique

Chaque station échantillonnée a fait l'objet d'une caractérisation biophysique. Celle-ci vise à dresser un portrait des variables physiques, chimiques et biologiques du milieu aquatique et riverain aux stations échantillonnées. Cette description a été effectuée à l'aide d'une fiche de caractérisation qui s'inspire de la méthode utilisée par l'OHIO EPA (2006, 2012) pour évaluer la qualité de l'habitat (*Qualitative Habitat Evaluation Index* [QHEI] et *Headwater Habitat Evaluation Index* [HHEI¹⁰]), toutefois, ici, aucun score n'a été calculé. La caractérisation de l'habitat a pris en compte des variables morphométriques, hydrométriques et limnologiques déterminantes pour la faune ichtyologique, soit des :

- **caractéristiques générales** telles que les dimensions du cours d'eau (profondeur, largeur), la sinuosité, la dynamique d'écoulement, la turbidité;
- **caractéristiques des berges** : taille des particules formant le substrat, pente des talus, traces d'érosion, type de végétation, usages des terres limitrophes;
- **caractéristiques de la zone immergée** : taille des particules du substrat, abris pour le poisson, couvert ombragé, type de végétation aquatique;
- **paramètres physicochimiques** : température de l'eau, pourcentage de saturation en oxygène dissous, pH, conductivité.

Pour chaque station, au moins une coupe transversale a été effectuée pour recueillir les métriques quant aux dimensions des berges et du chenal d'écoulement. Les paramètres physicochimiques ont été mesurés à l'aide d'une sonde YSI Professional Plus dont les capteurs étaient immergés, mais sans qu'ils touchent le fond.

3.2.3 Pêches expérimentales

Le protocole d'échantillonnage est largement inspiré de la méthode recommandée par l'Ohio Environmental Protection Agency (Ohio EPA, 2015a). D'une à trois stations ont été visitées dans les cours d'eau B, T et C. La longueur de chaque station a été de 100 m minimum ou de la longueur

¹⁰ Le présent travail s'est référé au document du Ohio-EPA de 2012; toutefois, notez qu'une version révisée a été produite en 2020.

nécessaire pour couvrir les différents macrohabitats de la station. Pour assurer la bonne représentativité, même lorsqu'une station était homogène, au moins 30 % de la longueur de la station devait être échantillonnée (p. ex., 30 m de pêche active sur un tronçon parcouru de 100 m).

Les pêches ont été effectuées avec une pêche électrique portative de modèle Smith-Root LR-24, à gué, avec un courant DC pulsé crénelé (150 à 250 volts, 30 Hz, cycles de 20 à 30 %). Les stations ont été échantillonnées de l'aval vers l'amont selon un inventaire en station ouverte, avec un seul passage. Par ailleurs, l'échantillonnage devait être effectué dans des conditions d'écoulement « normal » (c'est-à-dire ni en période de crue ni en période d'étiage sévère). Toutefois, il faut noter que les cours d'eau du milieu agricole ont été façonnés pour évacuer l'eau le plus rapidement possible. Le temps de concentration est généralement très court et les crues s'estompent rapidement. Ainsi, les conditions d'écoulement « normal » s'apparentent bien souvent à un étiage.

Les individus capturés ont été conservés dans le formol (10 %) et rapportés au laboratoire pour identification et éventuellement intégration à la collection régionale. Dans le cas où des spécimens de plus de 15 cm auraient été capturés, ces derniers devaient être identifiés, mesurés, puis remis à l'eau. Les poissons rapportés au laboratoire ont été identifiés à l'espèce, pesés et mesurés. Si plus de 30 poissons d'une même espèce étaient capturés à une même station, un sous-échantillonnage aléatoire de 30 spécimens était pesé et mesuré individuellement, tandis que les spécimens restants étaient dénombrés, puis pesés en lot. Divers guides d'identification ont été utilisés : Massé et Leclerc (2015), Legendre (1960), Leclerc et Massé (2012), Holm et coll. (2009) ainsi que Scott et Crossman (1974). Les écrevisses et les moules capturées accidentellement ont été rapportées au laboratoire pour identification, mais ne sont pas traitées ici. Le présent rapport utilise les noms français des poissons. La liste des noms scientifiques et vernaculaires, des codes d'abréviation ainsi que des familles est présentée à l'annexe 2.

3.3 Analyse des données

3.3.1 État biophysique des cours d'eau

Selon l'Ohio EPA (2012), les paramètres biophysiques les plus importants pour la communauté de poissons sont : le type de substrat du lit d'écoulement, la profondeur maximale des fosses¹¹ naturelles et la largeur au débit plein bord¹² (DPB). Diverses études corroborent cette constatation selon laquelle la qualité physique de l'habitat mouillé a une influence notable sur la communauté de poissons. D'Ambrosio et coll. (2014) complètent cette liste en y ajoutant les « abris mouillés » (refuges submergés dans le cours d'eau; traduction libre de *instream cover* qui désigne les structures immergées où le poisson peut trouver refuge, par exemple : végétation surplombante, canévas de racines dénudées, méandre mort, débris ligneux, blocs de pierre). L'examen des abris a donc été ajouté aux analyses pour refléter la qualité de l'habitat. Ainsi, parmi tous les paramètres notés durant les suivis, les quatre ci-dessus seront examinés avec plus d'attention (soit le substrat, la largeur au DPB, les fosses, les abris). À cela se sont ajoutés l'examen des largeurs mouillées et la hauteur d'eau, car cela représente l'habitat concrètement disponible, soit en période d'hydraulicité « hors crue » (printanière ou due aux précipitations).

¹¹ Dans son manuel pour déterminer le *Qualitative Habitat Evaluation Index*, l'Ohio EPA (2006) définit les « pool » (fosse), « run » (plat lotique), « glide » (plat lentique) et « riffle » (radier). La fosse est : une aire de cours d'eau aux lentes vitesses de courant et présentant une profondeur plus élevée que dans les sections de radier et de plat. La qualité de la fosse est fonction de sa profondeur et de sa définition. En deçà d'une profondeur de 0,7 m, la qualité de la fosse est jugée modérée ou faible. De 0,7 à 1 m la qualité est bonne, et au-delà de 1 m, elle est excellente.

¹² Débit plein bord : Selon différentes études réalisées dans plusieurs bassins versants en Ontario (Annable, 1996), la valeur moyenne du DPB pour un cours d'eau rural en conditions naturelles respecte, en moyenne, une période de retour de 1,5 an, mais peut aussi varier de 1,25 à 2 ans. D'après Wolman et Miller (1960) ainsi que Dunne et Leopold (1978), ce sont les événements pluvieux fréquents, mais de moindre intensité, qui conditionnent la morphologie du cours d'eau.

Les valeurs physicochimiques mesurées ici dans le contexte des petits cours d'eau en milieu agricole peuvent grandement différer de la gamme attendue en milieu naturel. La saturation en oxygène dissous, par exemple, peut varier grandement en milieu agricole. Elle est influencée par divers processus, dont la photosynthèse (qui en augmente la concentration durant le jour) et la respiration bactérienne et floristique (qui réduisent la quantité d'oxygène dissous, notamment la nuit à cause de la respiration). Or, dans les PCE, la production primaire peut être grandement accélérée par les températures chaudes et les apports exogènes en nutriments, de plus, il y a prédominance d'un faciès d'écoulement¹³ lent et uniforme. Le tout contribue à influencer la saturation en oxygène dissous et, ultimement, peut avoir un effet néfaste sur les poissons. Par exemple, une hypoxie peut survenir la nuit à cause d'une croissance excessive de plantes aquatiques et d'algues. Et dans les zones de faible courant où la vitesse et la turbulence sont presque nulles, le temps de résidence plus long permet une altération plus importante du contenu en oxygène, soit par l'enrichissement photosynthétique ou la réduction par la respiration bactérienne (Wetzel, 2001). En deçà d'un seuil de 70 %, la saturation en oxygène est considérée comme mauvaise et, en deçà de 55 %, Hébert (1997) la classe comme très mauvaise. En ce qui a trait au pH, des valeurs de 6,0 à 8,5 ne représentent pas une menace pour la qualité de l'eau (MABC, 2016). Le pH des rivières et des petits cours du Québec varie généralement de 6,3 à 8,3 (Hébert et Légaré, 2000). Finalement, la conductivité de l'eau indique la quantité de substances dissoutes ionisées. Elle est influencée principalement par la géologie du bassin versant (concentration en minéraux et quantité de solides dissous). Elle peut donner une idée du degré d'eutrophisation, et un changement important peut indiquer une source de pollution. Par exemple, les anions chlorate, phosphate, sulfate et nitrate influencent la conductivité (EPA). Hébert et Légaré (2000) indiquent que la plage normale pour les rivières et les petits cours du Québec va de 20,0 à 339,0 µS/cm. L'Ohio EPA (2015a) indique pour sa part que, de juin à octobre, la conductivité mesurée dans ces cours d'eau oscille généralement de 300 à 600 µS/cm.

3.3.2 Communauté de poissons

L'examen de la communauté de poissons est effectué par bassin versant, pour chaque type de cours d'eau (bonifié, témoin, collecteur). Aucune analyse multimétrique n'a été menée ou aucun indice d'intégrité biotique (IIB) n'a été calculé. Le paramétrage d'un IIB est un travail en soi. Il nécessite une sélection et une pondération des paramètres en fonction du milieu et doit s'appuyer sur suffisamment de bases théoriques. Il faut en outre être en mesure de se référer à des milieux similaires ayant une bonne intégrité biologique. Ces conditions n'étaient pas réunies pour le territoire à l'étude. De plus, certaines études suggèrent que de tels indices ne sont pas adaptés aux communautés de poissons des cours d'eau de tête de bassin versant, puisqu'ils obtiendront toujours un pointage faible (Ohio EPA, 2012; D'Ambrosio et coll., 2014). Les IIB n'ont généralement pas été calibrés pour les petits cours d'eau. Ici, seuls quelques paramètres paraissant les plus significatifs parmi les classiques suggérés dans la littérature ont été retenus (par exemple dans Karr et coll., 1986; Yoder et Rankin, 1995; La Violette et coll., 2003; Ohio EPA, 2006; Théberge et coll., 2008; Ohio EPA, 2012; IDNR, 2004; MPCA, 2017), mais aucun score n'a été calculé. Voici, en quelques mots, les paramètres retenus et qui ont été comparés avant et après l'intervention :

- Richesse spécifique : nombre d'espèces de poissons capturées. Ce paramètre est fonction des changements naturels et anthropogéniques se produisant dans une écorégion (Goldstein et coll., 2008);
- Abondance relative : proportion des captures représentée par chaque espèce;

¹³ Malavoi et Bravard (2010) donnent la définition suivante des faciès : ce sont de petites portions de cours d'eau (d'une longueur de 1 à 10 fois la largeur à pleins bords environ) présentant une homogénéité, à l'échelle de quelques mètres carrés à quelques centaines de mètres carrés, sur le plan des vitesses, des profondeurs, de la granulométrie, de la pente du lit, de la ligne d'eau et des profils en travers. Ce sont des unités employées aussi bien en hydrobiologie qu'en hydromorphologie.

- **Abondance** : nombre d'individus capturés. Ce paramètre demeure toutefois largement influencé par l'effort d'échantillonnage ou même par les conditions prévalant au moment de l'échantillonnage ainsi que selon le moment de l'année. De plus, certains auteurs mentionnent que l'abondance est fortement influencée par la taille du cours d'eau dans le contexte des petits cours d'eau chaude (Ohio EPA, 1987). L'abondance a été conservée pour témoigner de façon brute qu'il y a beaucoup de poissons dans les petits cours d'eau et ainsi modifier certaines perceptions courantes entourant ces cours d'eau;
- **Captures par unité d'effort (CPUE)** : ce paramètre permet de comparer le succès de capture en tenant compte de l'ampleur de l'effort déployé. Il facilite la comparaison du succès entre les diverses stations et même entre divers suivis;
- **Groupe trophique** : détermine le régime alimentaire. C'est un indicateur de la capacité de support du milieu pour des espèces avec des régimes semblables. Sept niveaux ont été répertoriés dans le cadre de la présente étude : omnivore (ou généraliste), insectivore, piscivore, invertivore, insectivore-piscivore, invertivore-piscivore, invertivore-planctivore.
 - Une attention particulière est ici portée aux proportions d'espèces omnivores et insectivores. Ces deux groupes ont été confirmés comme les plus courants dans les cours d'eau de tête et les cours d'eau hautement transformés du Midwest américain (D'Ambrosio et coll., 2014). En outre, les omnivores ont tendance à augmenter en proportion en fonction de la dégradation de la qualité de l'eau et de l'habitat, ayant des besoins alimentaires moins particuliers que des poissons au régime plus spécialisé comme les insectivores (La Violette et coll., 2003). Une augmentation des insectivores benthiques est en théorie corrélée à une augmentation de l'intégrité biotique (Golstein et coll., 2008).
 - Le nombre de différents groupes trophiques a aussi été examiné.
- **Mode de reproduction** : classifie les espèces selon le type de milieu physique nécessaire à leur reproduction. C'est un indicateur de la diversité des habitats physiques disponibles. En tout, sept modes sont considérés : polyphile, spéléophile, lithopélagophile, lithophile, phytophyle, phytolithophile et adriaphile.
 - Une attention particulière est ici portée à la proportion d'individus lithophiles, puisque les lithophiles sont considérés comme un indicateur de milieu en bon état. En effet, ils recherchent des substrats granulaires (p. ex., galets, graviers, sable) pour leur reproduction et sont sensibles au colmatage par les particules fines (La Violette et coll., 2003). Tous les lithophiles recensés ici ont été considérés comme des « lithophiles simples », c'est-à-dire qu'ils ne prodiguent pas de soins après la ponte, ce qui laisse d'autant plus refléter l'effet néfaste potentiel de dégradation comme l'envasement.
 - Le nombre de différents modes de reproduction a aussi été examiné.
- **Tolérance à la pollution** : le niveau de tolérance des espèces à la pollution et à la détérioration de l'habitat est un indicateur de l'intégrité biotique du milieu (Goldstein et coll., 2008). Cette variable intègre la sensibilité des espèces à la qualité de l'eau, l'excès de particules fines et la qualité physique de l'habitat (p. ex., pesticides, sédimentation de particules fines, anoxie, assèchement du cours d'eau). Barbour et coll. (1999) classent cette sensibilité en trois catégories : tolérants, intermédiaires et intolérants.
 - Une attention particulière est ici portée à la proportion d'individus tolérants.

La catégorisation de la tolérance à la pollution, le groupe trophique et le mode de reproduction selon l'espèce est présentée à l'annexe 2.

Par ailleurs, le lecteur notera qu'aucune analyse statistique n'a été effectuée. Les données apparaissaient insuffisantes et, vu la grande réactivité des petits cours d'eau aux températures et aux précipitations, l'exercice de dégager des tendances marquées apparaissait insuffisamment rigoureux.

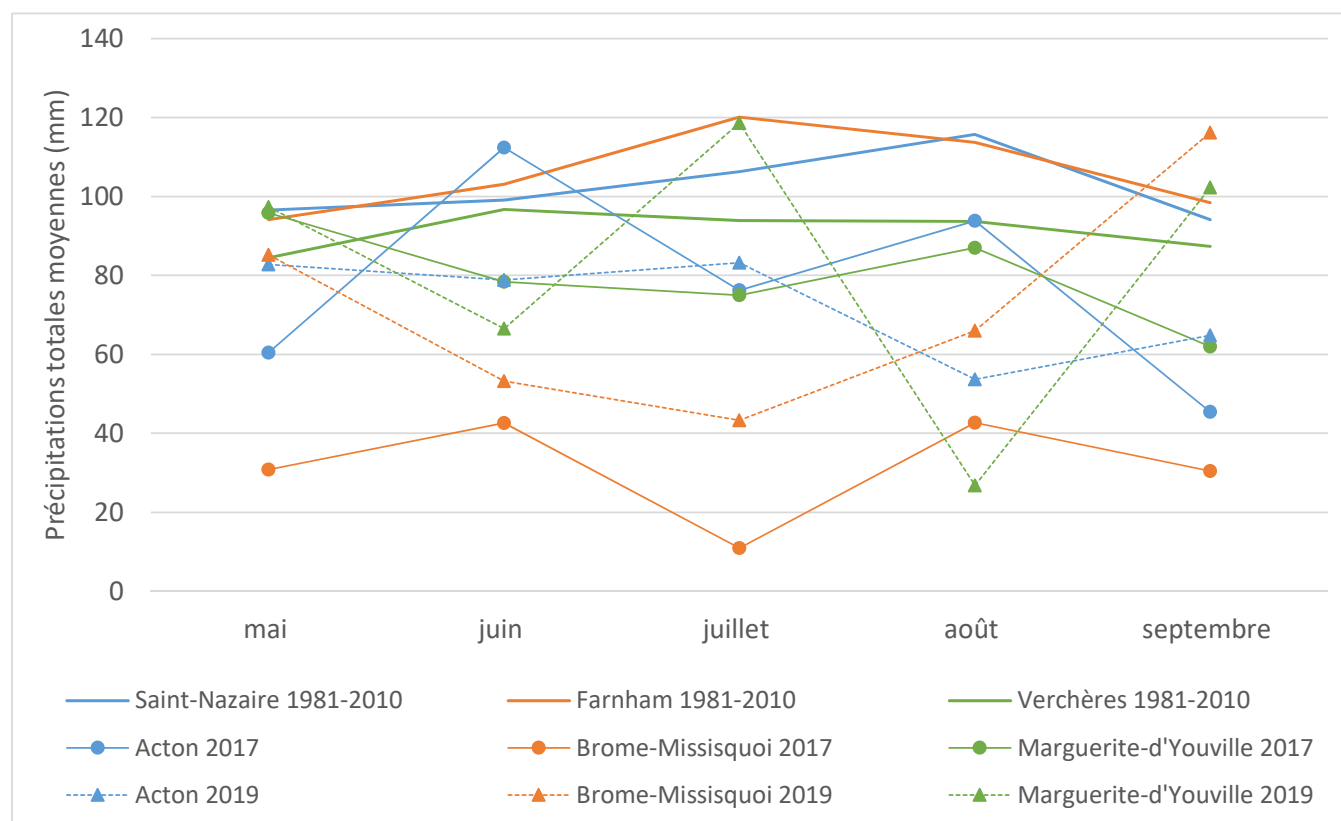
4 Résultats

La section présente d'abord le contexte météorologique, vu son influence sur les petits cours d'eau. Ensuite, les résultats sont présentés par MRC. Les annexes 3 et 4 regroupent l'ensemble des mesures de caractérisation biophysique ainsi que les résultats de pêche pour chacune des stations et des campagnes.

4.1 Contexte météorologique

Les PCE sont fortement influencés par les variations des conditions météorologiques locales (précipitations, température), d'où la pertinence de mettre en perspective les conditions ayant prévalu durant les suivis. La Montérégie reçoit normalement une moyenne d'environ 850 mm de précipitations sous forme de pluie par année. Les stations suivantes ont été utilisées comme références : Saint-Nazaire (n° 7027588) pour le suivi dans la MRC d'Acton, Farnham (n° 7022320) pour la MRC Brome-Missisquoi, et Verchères (n° 7028700) pour la MRC de Marguerite-d'Youville. Selon la comparaison des précipitations reçues en 2017 et 2019 avec les données historiques pour la période de 1981 à 2010 aux stations météorologiques de référence, les suivis se sont déroulés dans un contexte de faible pluviométrie pour les trois bassins versants (figure 4). Le plus grand écart a été mesuré pour Brome-Missisquoi en juillet 2017 où il a été de 109,2 mm de pluie sous la moyenne historique de 120,1 mm. Quant à la température, les moyennes mensuelles mesurées en 2017 et 2019 ont varié d'au plus 3 °C par rapport aux moyennes historiques, mais sans suivre de tendance précise.

Figure 4. Précipitations totales moyennes des mois de mai à septembre pour la période de 1981 à 2010 et pour les années 2017 et 2019, selon les stations météorologiques situées à proximité des sites suivis

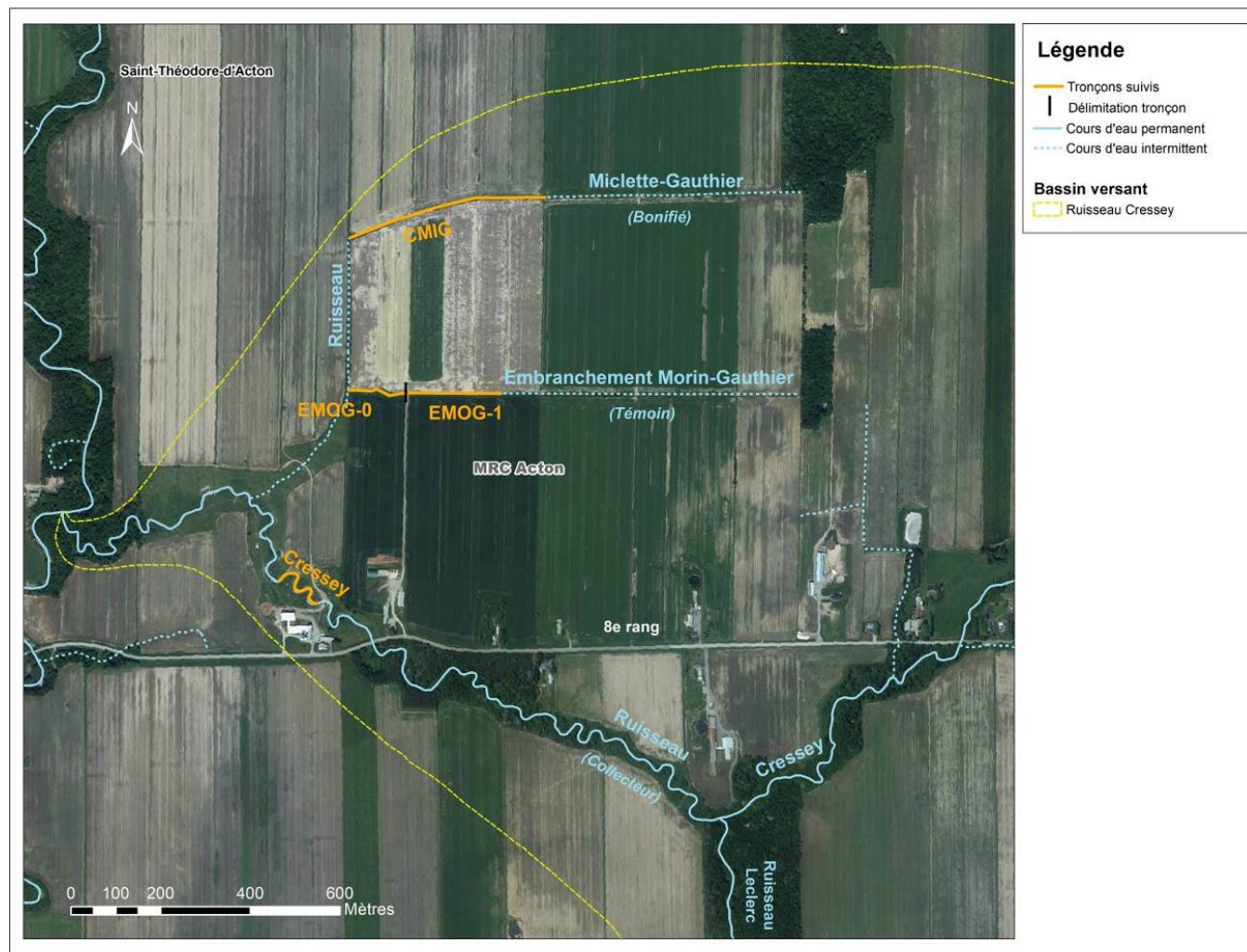


4.2 Suivi dans la MRC d'Acton

4.2.1 Localisation des stations de pêche — Acton

La figure 5 montre la localisation et la segmentation des tronçons suivis dans les cours d'eau bonifié (ruisseau Miclette-Gauthier), témoin (embranchement Morin-Gauthier) et collecteur (ruisseau Cressey) de la MRC d'Acton, soit à Saint-Théodore-d'Acton.

Figure 5. Localisation des stations de pêche dans la MRC d'Acton

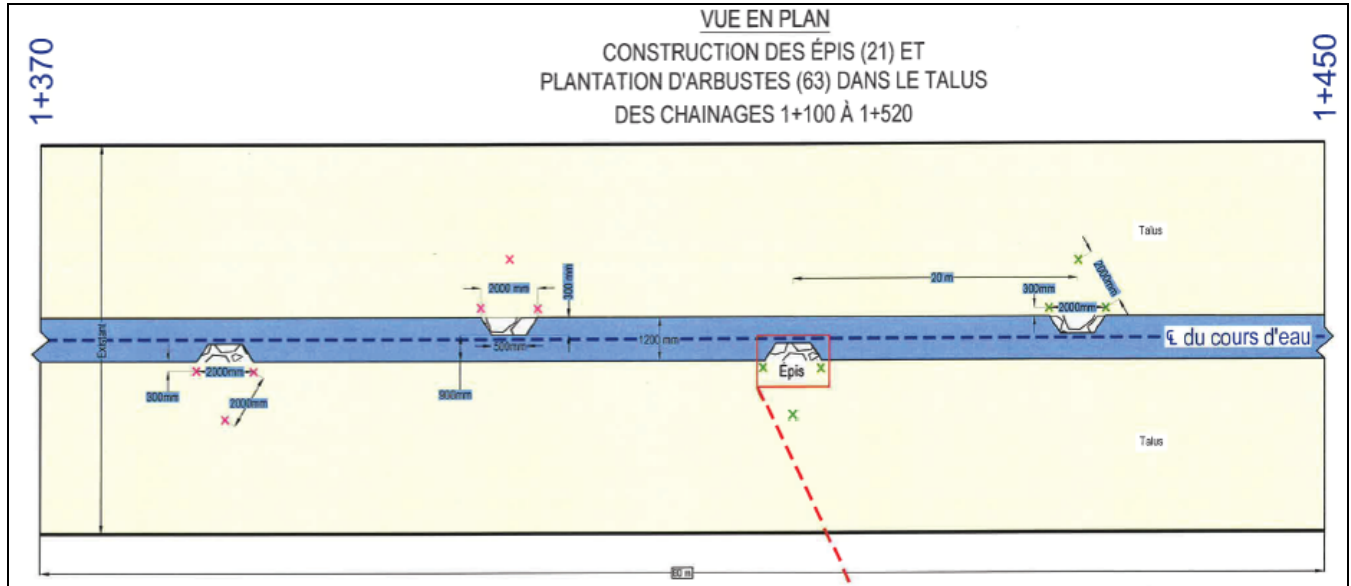


4.2.2 Description des interventions et bonifications réalisées — Acton

En 2017, le ruisseau Miclette-Gauthier (bonifié) a été « entretenu » sur les 700 m amont du cours d'eau, soit entre les chaînages 0+950 et 1+650 où l'on a élargi le fond à 1 200 mm. Le cours d'eau, d'allure plutôt homogène, a été couvert par une seule station (CMIG). La bonification a consisté à intégrer 21 épis de pierre dans le lit d'écoulement et à accompagner ces derniers de plantations d'arbustes sur le pourtour. Les épis étaient distancés de 20 m les uns des autres. Ils devaient s'avancer sur 300 mm sur le fond du cours d'eau et couvrir 500 à 2 000 mm de longueur de cours d'eau. Le suivi du témoin, soit l'embranchement Morin-Gauthier, a été réalisé en deux stations, EMOG-0 et EMOG-1. Dans le témoin, les travaux de 2017 ont consisté en un curage dans EMOG-1,

par la méthode du tiers inférieur, sur une longueur totalisant 813 m. Un ponceau, séparant les deux stations, a aussi été rectifié en 2017, car il nuisait à la remontée des poissons dans cette branche. La figure 6 ci-dessous présente une schématisation de la bonification.

Figure 6. Schématisation de la bonification réalisée dans le cours d'eau bonifié dans la MRC d'Acton



En 2019, dans le cadre du suivi d'après travaux, deux problèmes ont été constatés. Les épis n'étaient pas tous conformes aux plans; plusieurs s'avançaient très peu sur le lit du cours d'eau, ayant donc un effet presque nul sur la dynamique d'écoulement et la concentration de l'eau. En outre, la distance entre chacun semblait trop grande pour avoir un effet notable sur la dynamique d'écoulement en période estivale. Quant aux plantations, certains arbustes ont été éliminés par mégarde durant des travaux au champ. Des arbustes ont donc été replantés en 2018 pour les remplacer. Peu de temps s'était donc écoulé entre l'intervention et les pêches de suivi d'après travaux. Les arbustes étaient encore de très petite taille. Cela dit, en 2019, les arbustes affichaient un bon taux de survie. L'utilisation de collerettes de coco a probablement contribué à cela en préservant les plants de l'étouffement causé par la dense végétation herbacée. Ces raisons expliquent en partie le peu d'influence positive de la bonification sur la communauté de poissons.

Quant au témoin, la MRC y a réalisé un nouvel entretien en mai 2019, car des décrochements de talus s'étaient produits à la suite des travaux de 2017. Malheureusement, **l'intervention de mai 2019 a donc invalidé la valeur de ce cours d'eau en tant que témoin**. Le suivi a tout de même été réalisé, permettant ainsi de documenter l'évolution de la reprise végétale après une intervention d'ECEA et l'évolution de la communauté de poissons dans les semaines et les mois qui ont fait suite à une telle intervention.

Le tableau 2 récapitule les interventions récentes ayant eu lieu dans les trois types de cours d'eau suivis dans la MRC d'Acton.

Tableau 2. Résumé des interventions récentes ayant eu lieu dans les cours d'eau suivis dans la MRC d'Acton

MRC	Type	Cours d'eau	Année de réalisation	Chaînage	Description
Acton	Bonifié	Rau Miclette-Gauthier (CMIG)	2017	0+950 à 1+650	Preliminaire : visait le cours d'eau depuis le chaînage 0+675 vs Réalisé : > 0+950, élargissement du fond du cours d'eau de 900 à 1200 mm, ouverture des talus à 2H:1V et...
				1+100 à 1+500	... aménagement de 21 épis et plantation d'arbustes au pourtour.
			2018	s. o.	Plantation de nouveaux arbustes pour remplacer ceux de 2017 ayant été fauchés.
	Témoin	Embr. Morin-Gauthier (EMOG-1)	2017	0+137 à 0+950	Curage du cours d'eau par la méthode du tiers inférieur et rectification du ponceau pour assurer la libre circulation du poisson. Le témoin représente un habitat homogène.
			2019-PR	0+137 à 0+950	Curage du cours d'eau par la méthode traditionnelle (y compris fond et talus). Cette intervention rend le cours d'eau invalide à titre de témoin.
	Collecteur	C. E. Cressey	s. o.	s. o.	A subi des interventions plus en amont en 1982

s. o. sans objet

4.2.3 Caractérisation biophysique — Acton

4.2.3.1 Cours d'eau bonifié et témoin

En 2017 (avant les travaux), le ruisseau Miclette-Gauthier (bonifié) avait une largeur mouillée moyenne de 1,5 m. Le lit d'écoulement était colonisé par une proportion importante de plantes émergentes (> 98 %), laissant peu d'espace aux « eaux libres » et rendant les conditions de pêche difficiles. D'ailleurs, seule une portion centrale d'environ le tiers de la largeur mouillée présentait une hauteur d'eau et une densité de végétation qui laissaient présumer que le poisson pouvait y circuler (voir photos en annexe). La hauteur d'eau moyenne était de 0,15 m. Deux fosses d'une profondeur maximale de 0,40 m ont été notées, leur formation étant liée à un ponceau. Le substrat est fin (argile et limon). L'écoulement était lent ou nul. Aucun abri n'a été détecté. Dans sa partie aval, le chenal était incisé. Le tableau 3 présente les principaux paramètres biophysiques, tandis que l'ensemble des paramètres mesurés sont présentés à l'annexe 3.

Le témoin, soit l'embranchement Morin-Gauthier, a été caractérisé en deux tronçons distincts (EMOG-0 et EMOG-1), d'une part à cause d'un ponceau nuisant à la remontée des poissons dans EMOG-1 et, d'autre part, à cause de l'allure différente du cours d'eau en amont et en aval de ce ponceau. Le lit du tronçon aval (EMOG-0) comportait une incision (profondeur de l'incision non mesurée). Dans cette section, l'eau s'écoulait plus rapidement que dans le reste du cours d'eau. La largeur moyenne était de 0,6 m et la hauteur d'eau moyenne y a été de 0,10 à 0,20 m. Une fosse a été relevée, soit à la sortie du ponceau. La fosse avait une profondeur maximale de 0,45 m. Le ponceau était perché, formant un seuil de 0,40 cm et était selon toute vraisemblance infranchissable par le poisson sauf, peut-être, durant des périodes d'hydraulicité importante. Aucun abri n'a été recensé dans ce tronçon outre des pierres dans la fosse. Il y avait quelques arbustes et arbres sur la rive, représentant 3 % du couvert végétal des berges. Dans le tronçon amont (EMOG-1), la lame d'eau s'étalait sur 0,90 m en moyenne et sur 0,20 m de hauteur. L'écoulement était lent. Une fosse a été relevée, en amont du ponceau séparant les deux tronçons; elle avait une profondeur de 0,30 à 0,40 m. Autrement, dans EMOG-1, la

végétation émergente facultative¹⁴ occupait presque complètement le chenal d'écoulement, laissant peu d'espace aux « eaux libres » et rendant les conditions de pêche difficiles (voir photos en annexe). Le substrat est composé essentiellement d'argile et de limon.

Tableau 3. Paramètres principaux notés durant la caractérisation biophysique des cours d'eau, bonifié et témoin, en 2017 et 2019 dans la MRC d'Acton

Type et année du suivi	Substrats dominants et sous-dominants	Largeur mouillée moyenne (m)	Hauteur d'eau moyenne (m)	Largeur au DPB (m)	Fosses (n; profondeur max. en m)	Abris	Observations complémentaires
Bonifié 2017	Argile-limon	1,5	0,15	n. d.	2*; 0,4	aucun	Incision aval. Lit envahi par la végétation (98 % de couverture)
Bonifié 2019	Argile-limon	1,8/0,4	0,15/0,01	3,0	0	aucun	Incision aval. Érosion berge amont. Lit envahi par la végétation (85-95 % de couverture)
Changement	=	+/-	-	s. o.	-	=	s. o.
Témoin 2017 (2 tronçons)	Argile-limon	0,6 à 0,9	0,1 à 0,2/0,2	n. d.	2*; 0,45	aucun	Lit encaissé aval. Lit envahi par la végétation (95 % de couverture)
Témoin 2019 (2 tronçons)	Argile-limon	0,6 à 1,0/0,0 à 0,3	0,03 à 0,15/0,01 à 0,05	n. d.	10; 0,25 (EMOG-0)/0	EMOG-0 éparées/aucun EMOG-1 À aucun/aucun	Lit encaissé aval (0,3 à 1,0 m), Intervention majeure non prévue dans EMOG-1. Lane d'eau mince et étalée.
Changement	=	+/-	--	s. o.	+/-	+	s. o.
Observations				Changement			
/	sépare les résultats de la 1 ^{re} et de la 2 ^e campagne d'une même année de suivi lorsque les valeurs ont été différentes			+/-	signifie qu'il y a eu une augmentation et diminution, selon les conditions durant les différentes campagnes.		
*	désigne les fosses artificielles créées par ponceau (vs fosses naturelles formées par dynamique hydromorphologique)			-	diminution		
				+	augmentation		
n. d.	non déterminé			=	égal		
				s. o.	sans objet		

En 2019 (après les travaux), tout l'été s'est avéré plus sec que la moyenne historique, et cela est particulièrement vrai pour le mois d'août (août 2019 : 53,7 mm vs août 1981-2010 : 115,7 mm). Le cours d'eau bonifié a été visité le 13 juin et le 5 septembre. Au moment de la pêche de juin, l'eau mouillait une largeur moyenne de 1,8 m et avait une hauteur moyenne de 0,15 m. L'eau s'étalait sur la largeur du chenal en lame régulière, contrairement à 2017 où elle était plutôt concentrée dans une veine principale. Aucun refuge ni fosse n'ont été notés. En septembre, la largeur mouillée mesurait à peine 0,4 m, tandis que la hauteur d'eau moyenne a été évaluée à 0,01 m. Aucune fosse ni zone refuge n'ont été notées. La végétation avait déjà envahi de nouveau le chenal d'écoulement aussi intensément que durant les notés effectués avant les travaux. L'encaissement déjà observé en 2017 à l'exutoire du cours d'eau semblait s'être accentué : sa profondeur était d'environ 1,0 m en 2019. Dans la moitié amont du tronçon, plusieurs décrochements de berge ont été observés. Ces observations pourraient être le signe d'un cours d'eau encore en réaction à l'intervention de curage de 2017. La bonification ne montrait pas d'influence observable sur la dynamique physique du cours d'eau. En somme, même en période d'hydraulicité normale (juin), l'écoulement demeure homogène et il n'y a pas de refuges. Ainsi, la qualité de l'habitat mouillé paraissait peu intéressante.

En 2019, le témoin a été visité le 13 juin, le 23 juillet et le 5 septembre, mais, dans cette section, on retiendra seulement les caractérisations de juin et de septembre qui concordent avec les pêches. Ainsi,

¹⁴ Les plantes facultatives se trouvent autant dans les milieux humides que les milieux terrestres (voir Guide du MELCC de 2015 : *Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional*).

le témoin a été caractérisé selon les deux mêmes tronçons que durant le suivi de 2017. Les conditions météorologiques ont fait ressortir une différence marquée de l'espace mouillé entre la campagne de juin et celle de septembre. En juin, EMOG-0 montrait en aval un encaissement (incision) atteignant 1,0 m de profondeur sur 0,7 m de large. Dans ce tronçon, long de 130 m, une alternance des hauteurs d'eau a été observée, créant une simili alternance seuil-mouille (le gradient de hauteur d'eau et la vitesse du courant demeure faible pour être considéré comme un réel seuil-mouille). Dix fosses ont été observées, d'une profondeur maximum de 0,25 m, et quatre seuils d'un dénivelé maximum de 0,05 m étaient perceptibles. En moyenne, la hauteur d'eau était de 0,15 m et s'étalait sur 0,6 m de large. Quelques abris épars ont été notés (débris ligneux, racines dénudées). Le ponceau était maintenant franchissable grâce aux travaux de 2017, en revanche, le tronçon EMOG-1 n'offrait pas d'habitat fonctionnel pour le poisson : l'eau s'étalait de part et d'autre du lit d'écoulement sur une mince lame de 0,03 m en moyenne. Mais en septembre, durant un étiage sévère, tous les microhabitats observés dans EMOG-0 avaient disparu. Et malgré des précipitations de 15 mm dans les 24 dernières heures et de plus de 40 mm dans les 96 dernières heures, l'eau avait dans ce tronçon une hauteur d'eau moyenne de 0,05 m et s'étalait sur à peine 0,3 m de large. Quant au lit d'EMOG-1, toujours en septembre, plus de la moitié du tronçon était asséchée ou, au mieux, à peine humide. Lorsqu'il y avait de l'eau, elle s'étalait en un mince filet étroit et peu profond (maximum 0,02 m). C'est un cours d'eau qui a, à l'origine, été aménagé très profondément (> 2 m) et c'est un seul drain colmaté qui a provoqué le curage de la branche. D'ailleurs, ce drain semblait d'une part installé plus bas que les autres et était colmaté à cause d'un ponceau problématique qui a été retiré durant les travaux de 2017. Il est probable que les réactions de décrochements qui ont déclenché de nouveau un curage en 2019 soient dues à une plus grande énergie érosive du cours d'eau engendré par la diminution de la rugosité et le retrait du ponceau, d'autant plus que le cours d'eau a une pente longitudinale importante ($> 0,5$ %). *A priori*, seule la portion aval de l'embranchement Morin-Gauthier conserve des structures en offrant un habitat favorable au poisson, le tout, en période d'hydraulique normale, car, durant les événements météorologiques critiques, aucun refuge pour le poisson ne subsiste dans la totalité de l'embranchement. Il sera intéressant d'observer à plus long terme la réponse physique du cours d'eau à ces travaux.

En résumé, les paramètres indiquant un changement avant l'intervention par rapport à la suite de celle-ci ont été les suivants. Le cours d'eau bonifié a vu sa hauteur d'eau baisser après les travaux et il n'y avait plus de fosses ni d'amélioration des autres critères. Sur la base des quatre critères jugés les plus influents, la qualité de l'habitat s'est détériorée. En ce qui a trait au témoin, à la suite des travaux, la hauteur d'eau a baissé. Le critère des fosses peut être considéré comme équivalent, car deux cas de figure ont été observés en 2019. En juin, elles étaient plus nombreuses et moins profondes (augmentation de la quantité, mais diminution de qualité), tandis qu'en septembre elles avaient totalement disparu. Et il y a eu légère amélioration du critère « abris », mais seulement durant la campagne de juin 2019. Ainsi, en se basant sur ces variables, on ne s'attend pas à voir une amélioration dans la communauté de poissons ni dans le cours bonifié ni dans le cours témoin.

En ce qui a trait aux paramètres physicochimiques, ils sont essentiellement demeurés dans la gamme de valeurs attendues (tableau 4). On remarque que la saturation en oxygène dissous a été très faible en 2017 dans le tronçon bonifié (47,8 % et 62,9 %), de même que durant la campagne de septembre dans le cours témoin (51 %). Quant à la conductivité, elle est toujours demeurée relativement élevée, mais toujours dans la gamme normale de valeurs attendues en milieu agricole (les valeurs mesurées variant de 351 à 578 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Cela dit, dans tous les tronçons, elle a été moins élevée en 2019 qu'en 2017.

Tableau 4. Paramètres physicochimiques notés dans les cours d'eau, bonifié et témoin, en 2017 et 2019 dans la MRC d'Acton

Cours d'eau	Type (bonifié, témoin)	Station	Campagne	Date de pêche (aaaa-mm-jj)	Heure du début	Température de l'eau (°C)	pH	Saturation en oxygène dissous (%)	Conductivité (µS/cm)
Rau Miclette-Gauthier	B	CMIG	1	2017-07-18	13h40	16,4	7,4	47,8	578
	B	CMIG	2	2017-09-08	13h00	14,7	†	62,9	513
	B	CMIG	1	2019-06-13	9h45	15,7	7,9	145	404
	B	CMIG	2	2019-09-05	12h15	*	*	*	*
Embr. Morin-Gauthier	T	EMOG-0	1	2017-07-18	11h15	†	†	†	†
	T	EMOG-0	2	2017-09-08	12h00	14,9	†	88,9	532
	T	EMOG-1	1	2017-07-18	10h00	14,9	7,5	88,9	574
	T	EMOG-1	2	2017-09-08	12h30	14,8	†	81,5	533
	T	EMOG-0	1	2019-06-13	12h15	17,4	8,6	118	351
	T	EMOG-0	2	2019-09-05	9h30	11,9	7,7	51	375
	T	EMOG-1	1	2019-06-13	13h30	*	*	*	*
	T	EMOG-1	2	2019-09-05	10h30	*	*	*	*

* Absence de mesure due au manque d'eau

† Absence de mesures due à des problèmes techniques

En rouge et gras : valeur « extraordinaire ». pH : de 6 à 8,5, il ne représente pas une menace pour la vie (MABC, 2016) — Saturation en O₂ dissous : < 70 % correspond à une mauvaise qualité de l'eau (Hébert, 1997) — Conductivité : des valeurs de 300 à 600 µS/cm sont dans les normes dans un contexte agricole (Ohio EPA, 2015a)

4.2.3.2 Collecteur

Quant au cours d'eau collecteur (ruisseau Cressey), la largeur mouillée a été de plus ou moins de 3,7 m (tableau 5). La hauteur d'eau moyenne était de l'ordre de 0,65 m. La section parcourue ne montrait pas de signes permettant de distinguer le DPB. Le tout s'explique par le fait que les vaches avaient accès au cours d'eau (en non-conformité avec la réglementation), ce qui d'une part causait de l'érosion et, de plus, maintenait sur la berge un couvert entièrement composé de plantes herbacées régulièrement broutées. Le cours d'eau offre une alternance de faciès d'écoulement de type seuil-mouille. Sur la section de 100 m échantillonnée, cinq fosses atteignant 1,2 m de profondeur ont été notées. Son substrat est composé principalement de sable et d'argile compacte (type glaise) qui se distribuent selon qu'on est dans une section à écoulement plus rapide ou plus lent. Le couvert ombragé était nul et peu de végétation aquatique occupait le lit. Il y avait des abris en nombre modéré, essentiellement des troncs d'arbres morts, des branches et des pierres. Se référer à l'annexe 3 pour obtenir le détail des mesures biophysiques.

Tableau 5. Paramètres principaux notés durant la caractérisation biophysique du cours d'eau collecteur en 2017 et 2019 dans la MRC d'Acton

Type et année du suivi	Substrats dominants et sous-dominants	Largeur mouillée moyenne (m)	Hauteur d'eau moyenne (m)	Largeur au DPB (m)	Fosses (n; profondeur max. en m)	Abris	Observations complémentaires
Collecteur 2017	Sable et argile (compact; type glaise)	3,6/3,8	0,7/0,8	n. d.	5; 1,1/5; 1,2	modéré	Berge érodée due à l'accès aux vaches/Gravier, cailloux, galets aux seuils/Peu de végétation aquatique ($\leq 2\%$)
Collecteur 2019	Sable et argile (compact; type glaise)	3,6	0,5/0,6	n. d.	5; 1,1/5; 1,2	modéré	idem
Changement	=	=	=	n. d.	=	=	s. o.
Observations				Changement			
/	sépare les résultats de la 1 ^{re} et de la 2 ^e campagne d'une même année de suivi lorsque ceux-ci sont différents			+/-	signifie qu'il y a eu une augmentation et diminution, selon les conditions durant les différentes campagnes.		
*	désigne fosses artificielles créées par ponceau (vs fosses naturelles formées par dynamique hydromorphologique)			-	diminution		
				+	augmentation		
n. d.	non déterminé			=	égal		
				s. o.	sans objet		

Les paramètres physicochimiques y sont demeurés dans les valeurs normales attendues (tableau 6).

Tableau 6. Paramètres physicochimiques notés dans le cours d'eau collecteur en 2017 et 2019 dans la MRC d'Acton

Cours d'eau	Type (collecteur)	Station	Campagne	Date de pêche (aaaa-mm-jj)	Heure du début	Température de l'eau (°C)	pH	Saturation en oxygène dissous (%)	Conductivité (µS/cm)
Ruisseau Cressey	C	CRESSEY	1	2017-07-18	15h40	20,1	8,1	112,5	392
	C	CRESSEY	2	2017-09-08	9h45	14,3	†	90,8	411
	C	CRESSEY	1	2019-07-23	12h00	21,2	8,2	103	417
	C	CRESSEY	2	2019-09-06	10h00	16,8	7,9	82	368

† Absence de mesures due à des problèmes techniques

4.2.3.3 Évolution à court terme de la reprise végétale

L'intervention non prévue réalisée dans le témoin vers le 23 mai 2019 a permis de documenter l'évolution physique du cours d'eau ainsi que celle de la communauté de poissons dans les semaines et les mois suivants. L'intervention de 2019 a inclus le curage du fond et des berges. Les visites sur le terrain aux fins du présent suivi ont été réalisées les 13 juin, 23 juillet et 5 septembre, soit 3, 9 et 15 semaines après le curage. La figure 7 illustre l'évolution de la reprise végétale et l'état du chenal d'écoulement.

On constate que la reprise végétale est très faible après trois semaines (au 13 juin) et que l'eau s'étale en une mince lame sur le fond régulier. Au bout de neuf semaines, la végétation couvrait la presque totalité des berges ainsi que du lit d'écoulement. Aucun chenal d'écoulement propice au déplacement des poissons n'est perceptible; l'eau, lorsqu'il y en avait, était étalée en une mince lame. Au bout de 15 semaines (début septembre), la reprise couvre 100 % de la zone remaniée. Elle n'offre pas encore

une hauteur permettant d'ombrager et de rafraîchir le cours d'eau. Il n'y a presque pas d'eau dans le lit, à cause probablement de la combinaison du curage récent et de la sécheresse ayant eu cours dans les semaines précédant la campagne de septembre.

Figure 7. Évolution de la reprise végétale à la suite du curage traditionnel effectué dans l'embranchement Morin-Gauthier (témoin) à la fin de mai 2019



2017-07-18 (P7180060) — avant l'intervention



2019-07-23 (P7230085) — environ 9 semaines après



2019-06-13 (P6130058) — environ 3 semaines après



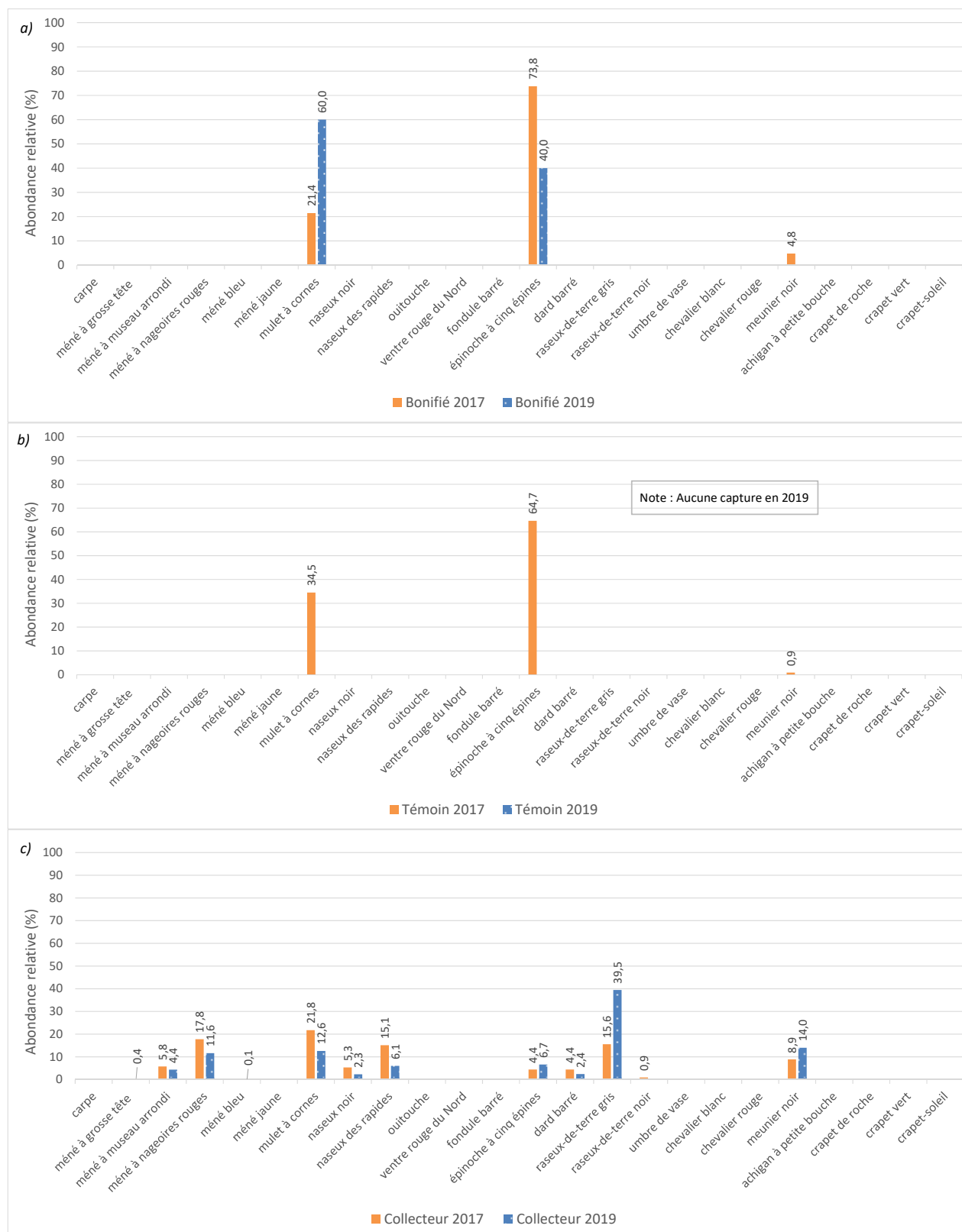
2019-09-05 (P9050381) — environ 15 semaines après

4.2.4 Communauté de poissons — Acton

4.2.4.1 Profil général des captures

Durant le suivi de 2017 (avant les travaux) dans la MRC d'Acton, trois espèces de poissons ont été capturées dans le cours d'eau bonifié. Le cours d'eau témoin hébergeait les mêmes espèces. Il s'agit du mulot à cornes, de l'épinoche à cinq épines et, dans une moindre proportion, du meunier noir. L'espèce la plus abondante étant l'épinoche à cinq épines qui a représenté 73,8 % des captures. En 2019 (après les travaux), seuls le mulot à cornes et l'épinoche à cinq épines ont été capturés dans le cours d'eau bonifié, représentant respectivement 60 % et 40 % des captures. Aucune capture n'a été réalisée dans le cours d'eau témoin (figure 8). On rappelle que ce dernier a fait l'objet d'un curage considérable dans les jours ou les semaines précédant les pêches.

Figure 8. Espèces de poissons capturées et abondance relative dans les trois types de cours d'eau suivis de la MRC d'Acton en 2017 et 2019 : (a) bonifié, (b) témoin et (c) collecteur



Dans le cours d'eau collecteur (ruisseau Cressey), en tout, 10 espèces ont été capturées en 2017, dont les trois trouvées dans les cours d'eau bonifiés et témoins. Ces trois dernières ont représenté à elles seules le tiers des captures dans le cours collecteur (35,1 %). Les sept autres ont été le méné à museau arrondi, le méné à nageoires rouges, le naseux noir, le naseux des rapides, le dard barré, le raseux-de-terre gris et le raseux-de-terre noir. En 2019, les mêmes espèces ont été recensées, à l'exception du raseux-de-terre noir, ce qui totalise neuf espèces dans ce cours d'eau en 2019. En 2017, l'espèce la plus abondante dans le cours collecteur a été le mulot à cornes (21,8 %) et, en 2019, le raseux-de-terre gris (39,5 %).

4.2.4.2 Captures dans les petits cours d'eau (B et T)

Durant le suivi précédant les travaux de 2017 dans la MRC d'Acton, les pêches dans le cours d'eau bonifié ont occasionné la capture de 42 individus pour une valeur de CPUE de 0,13 individu/seconde (n/sec) (tableau 7). Bien que seulement trois espèces aient été capturées, deux groupes trophiques et trois types de reproductions différents sont représentés. Durant le suivi d'après les travaux de 2019, une seule variable a réagi positivement, soit la proportion de lithophiles. Elle est passée de 21 % à 60 %, ce qui peut suggérer une baisse de la sédimentation ou du colmatage du substrat. Les valeurs négatives de toutes les autres variables suggèrent une baisse de la qualité du milieu. Mais, puisque seuls cinq individus ont été capturés, l'interprétation des variables est à considérer avec réserve.

En ce qui a trait au cours témoin, durant le suivi précédant les travaux, 116 individus ont été capturés en 2017, et la CPUE a été de 0,27 n/sec, soit le double de ce qui a été obtenu dans le cours d'eau bonifié la même année. Avant les travaux, les autres variables étaient du même ordre que celles notées dans le cours bonifié. Mais la réaction de la communauté de poissons dans le cours témoin n'a pu être examinée en 2019 à cause de l'intervention imprévue réalisée en mai. Bien qu'une pêche ait été réalisée, aucun poisson n'a été capturé dans le cours témoin en 2019.

4.2.4.3 Captures dans le cours d'eau collecteur

Dans le cours collecteur (ruisseau Cressey), 10 espèces ont été capturées en 2017 et 11 en 2019. Les trois espèces les plus abondantes ont constitué plus de la moitié des captures (2017 : 55,2 % et 2019 : 66,1 %) (tableau 8). On y a noté trois groupes trophiques et cinq différents types de reproduction. Les insectivores représentent environ les deux tiers des captures pendant les deux années. Les espèces lithophiles ont constitué 45 % des captures en 2017 et seulement 26,5 % des captures en 2019. La majorité des espèces sont des poissons tolérants à la pollution, la proportion ayant été de 57,3 % en 2017 et augmentant à 73,1 % en 2019. Ainsi, en 2019, la proportion d'insectivores est légèrement à la hausse, mais la tolérance et le type de reproduction indiquent une baisse de la qualité de l'habitat dans ce cours d'eau de gabarit intermédiaire. Les causes de ce changement sont inconnues; les données physicochimiques ne fournissent aucune explication plausible.

Tableau 7. Variables de la communauté de poissons des cours d'eau, bonifié et témoin, en 2017 et 2019 dans la MRC d'Acton

	Abondance (n ^{bre} d'individus)	Richesse (n ^{bre} d'espèces)	CPUE (n/sec)	% des 3 principales espèces	N ^{bre} de groupes trophiques	N ^{bre} de types de reproduction	% insectivores	% lithophiles	% intolérants	% tolérants
Bonifié 2017	42	3	0,13	100	2	3	73,8	21,4	0	26,2
Bonifié 2019	5	2	0,01	100	2	2	40,0	60,0	0	60,0
Changement*	--	-	--	=	=	-	--	++	s. o.	--
Témoin 2017	116	3	0,27	100	2	3	64,7	34,5	0	35,3
Témoin 2019†	0	0	0	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.
Changement*	---	--	--	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.

* Indique si le changement est considéré comme positif (+), négatif (-) ou demeure stable (=). De un à trois caractères sont utilisés qualitativement pour symboliser l'intensité du changement.

† A fait l'objet d'un second curage non prévu, cette fois incluant le lit et des berges, tout juste avant le suivi d'après travaux, ce qui invalide la comparaison entre les cours d'eau bonifiés et témoins.

s. o. sans objet

Tableau 8. Variables de la communauté de poissons du cours d'eau collecteur en 2017 et 2019 dans la MRC d'Acton

	Abondance (n ^{bre} d'individus)	Richesse (n ^{bre} d'espèces)	CPUE (n/sec)	% des 3 principales espèces	N ^{bre} de groupes trophiques	N ^{bre} de types de reproduction	% insectivores	% lithophiles	% intolérants	% tolérants
Collecteur 2017	225	10	0,23	55,2	3	5	59,1	44,9	0	57,3
Collecteur 2019	826	11	0,50	66,1	3	5	66,2	26,5	0	73,1
Changement*	+++	+	++	-	=	=	+	--	s. o.	--

* Indique si le changement est considéré comme positif (+), négatif (-) ou demeure stable (=). De un à trois caractères sont utilisés qualitativement pour symboliser l'intensité du changement.

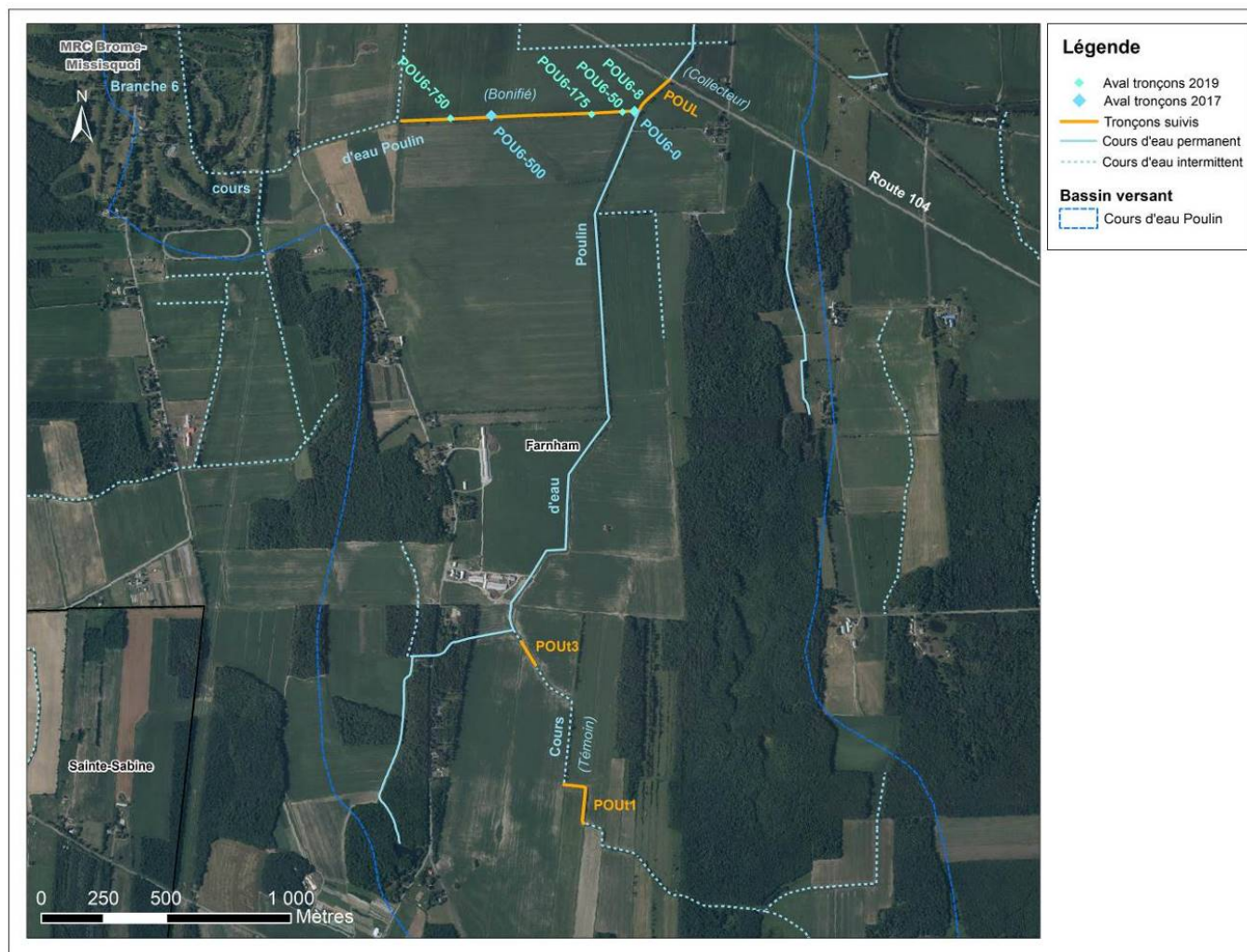
s. o. sans objet

4.3 Suivi dans la MRC Brome-Missisquoi

4.3.1 Localisation des stations de pêche — Brome-Missisquoi

La figure 9 montre la localisation et la segmentation des tronçons suivis dans les cours d'eau bonifié (branche 6 du cours d'eau Poulin), témoin (tête du cours d'eau Poulin) et collecteur (cours d'eau Poulin) de la MRC Brome-Missisquoi, soit à Farnham. On note que la section bonifiée a été subdivisée différemment en 2017 qu'en 2019 afin de segmenter les pêches selon des tronçons relativement homogènes.

Figure 9. Localisation des stations de pêche dans la MRC Brome-Missisquoi

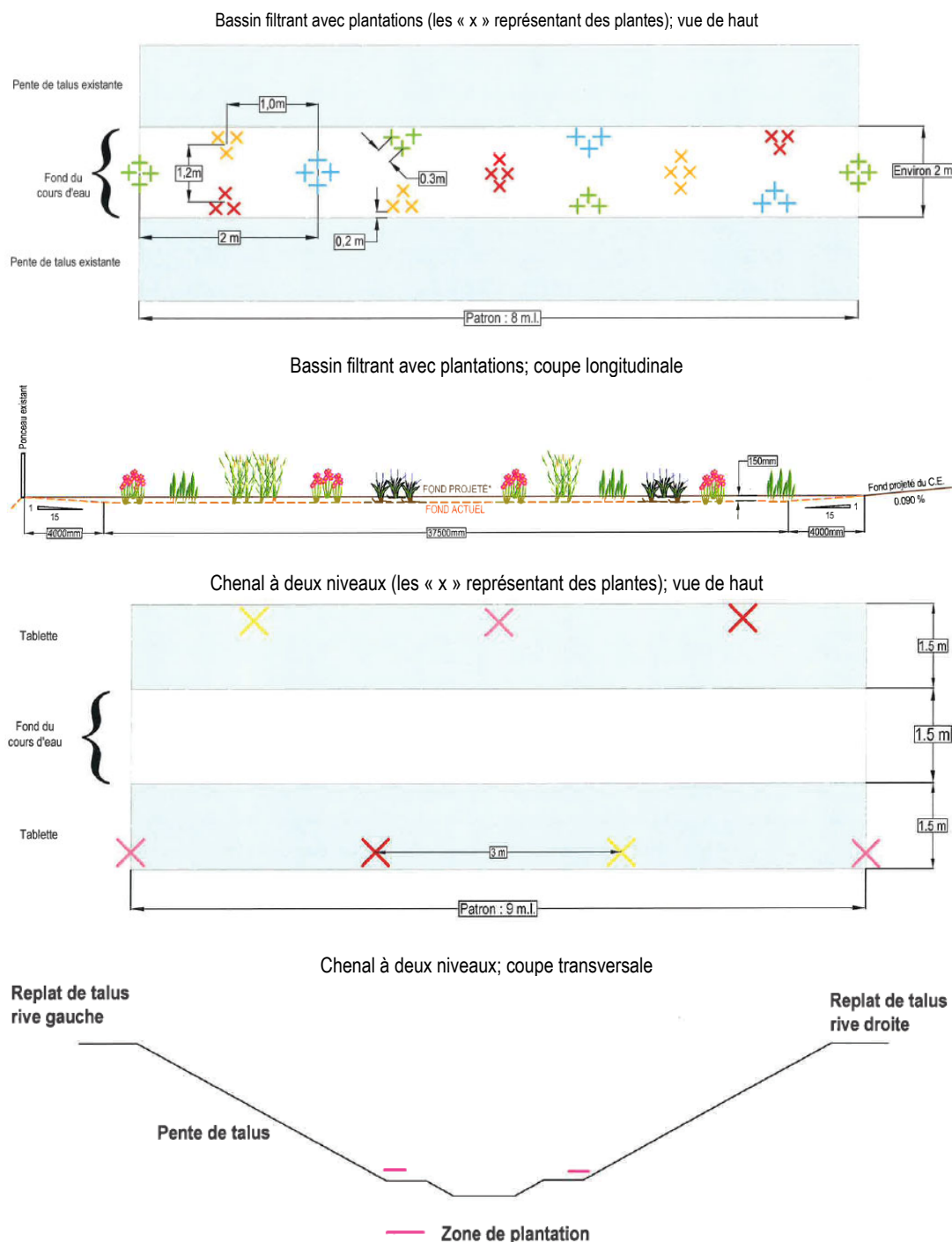


4.3.2 Description des interventions et des bonifications réalisées — Brome-Missisquoi

La branche 6 du cours d'eau Poulin (bonifié) a été réaménagée sur l'ensemble de sa section aval, soit des chaînages 0+008 à 0+946. C'est toute la géométrie du cours d'eau qui a été repensée afin de le dimensionner en tenant compte des processus naturels et en adéquation avec les contraintes physiques (p. ex., pente longitudinale du terrain, forces érosives, zones d'accumulation). La bonification

a été segmentée en six configurations différentes. En somme, un bassin filtrant (environ 2 m de large, 45 m de long et 15 cm de profond) a été aménagé avec des plantes aquatiques dans la section aval (> 0+050), et le reste du cours d'eau est aménagé en chenal à deux niveaux, dont le lit mineur méandre et la largeur au fond varie de 0,5 à 1,5 m (figure 10). La pente des talus est adoucie partout à 2H:1V, et des plantes herbacées ainsi que des arbustes sont mis en terre sur un replat de talus élargi à 6 m sur les deux berges. Le tout a été rendu possible grâce à l'accord des propriétaires, soit le Groupe Janor inc., représenté par M^{me} Marie-Claude Manville.

Figure 10. Schématisation de la bonification réalisée dans le cours d'eau de la MRC Brome-Missisquoi



Étant donné la complexité du projet, des délais ont reporté la réalisation des travaux à 2018. De plus, des travaux correctifs ont dû avoir lieu au printemps de 2019. Malgré tout, durant le suivi de 2019, même si le cours d'eau affichait encore des signes « d'ajustement », la reprise végétale était bonne et les structures semblaient plutôt stables après un premier printemps. Conséquemment, la pêche de suivi peut être considérée comme valable malgré le peu de temps entre les travaux et le suivi.

Le tableau 9 présente un récapitulatif des interventions récentes ayant eu lieu dans les trois types de cours d'eau suivis dans la MRC Brome-Missisquoi.

Tableau 9. Résumé des interventions récentes ayant eu lieu dans les cours d'eau suivis de la MRC Brome-Missisquoi

MRC	Type	Cours d'eau	Année de réalisation	Chainage	Description
Brome-Missisquoi	Bonifié	Branche 6 Poulin	2018-AU	0+008 à 0+946	Bassin filtrant, chenal à deux niveaux, méandres, replat du talus augmenté à 6 m avec plantations d'arbustes.
			2019-PR	0+008 à 0+946	Travaux correctifs ponctuels (réparation de petites sections où le talus a décroché). Achèvement des plantations.
	Témoin	C. E. Poulin (tête)	s. o.	s. o.	Ce tronçon n'a pas subi d'intervention récente visant à curer le lit; aucune intervention n'est répertoriée depuis 1985. Ce témoin est à considérer comme représentant un habitat hétérogène; « renaturalisé ».
	Collecteur	C. E. Poulin	s. o.	s. o.	Les dernières interventions de curage répertoriées datent de 2007.

PR : printemps AU : automne s. o. : sans objet c. e. : cours d'eau

4.3.3 Caractérisation biophysique — Brome-Missisquoi

4.3.3.1 Cours d'eau bonifié et témoin

En 2017 (avant les travaux), le cours d'eau bonifié (branche 6 du Poulin) a été segmenté en deux tronçons à cause de la pente longitudinale changeante entre les deux sections et influençant conséquemment son allure physique. La largeur mouillée moyenne variait de 2,8 à 4,4 m (tableau 10). Toutefois, le lit d'écoulement était colonisé par une proportion importante de plantes émergentes ($\geq 90\%$), laissant peu d'espace aux « eaux libres » et rendant les conditions de pêche difficiles. L'eau était plutôt concentrée dans un sillon central d'environ 30 cm dont la hauteur de l'eau était un peu plus importante. La hauteur d'eau a été en moyenne de 0,05 à 0,10 m (voir photos en annexe). Aucune fosse n'a été notée. L'écoulement était lent ou nul. Des abris épars ont été recensés dans le tronçon amont (POU6-500). Observation intéressante, les seules sections où le chenal d'écoulement n'était pas envahi par la végétation sont celles bénéficiant du couvert ombragé d'arbres matures.

Le témoin (cours d'eau Poulin — tête) est un témoin « hétérogène », car aucun cours témoin homogène n'a pu être répertorié dans le secteur. En 2017, il a été considéré comme en voie de renaturalisation et ayant presque recouvert une allure naturelle (tableau 1). On y trouve comme principaux substrats le sable et le limon (tableau 10). La largeur mouillée était en moyenne de 1,7 m avec une hauteur d'eau de 0,12 à 0,15 m, et la végétation émergente y occupe au plus 50 % de la zone mouillée; le poisson peut selon toute vraisemblance y circuler aisément. Une fosse de 0,45 m y a été recensée et le nombre d'abris y est élevé (surtout des branches et des débris ligneux). Ainsi, il a un gabarit analogue au cours d'eau bonifié, mais il offre plus de structures favorables au poisson.

Tableau 10. Paramètres principaux notés durant la caractérisation biophysique des cours d'eau, bonifié et témoin, en 2017 et 2019 dans la MRC de Brome-Missisquoi

Type et année du suivi	Substrats dominants et sous-dominants	Largeur mouillée moyenne (m)	Hauteur d'eau moyenne (m)	Largeur au DPB (m)	Fosses (n; profondeur max. en m)	Abris	Observations complémentaires
Bonifié 2017 (2 tronçons)	Limon-argile	2,8 à 4,4	0,05 à 0,10	4,4	0	Aucun et éparées	Lit envahi par la végétation (≥ 90 %), sauf une section au couvert ombragé par des arbres → non envahie par la végétation.
Bonifié 2019 (4 tronçons)	Sable-limon (gravier et argile dans certains tronçons)	1,1 à 2,9/0,7 à 1,7	0,05 à 0,61/0,03 à 0,12	n. d.	0/5; 0,6	Aucun et modérés	Érosion ponctuelle amont. Sédimentation fosse aval. Camp.1 : barrages de castors dans c. e. Poulin ↑ hauteur d'eau aval br.6 // Camp.2 : étiage sévère, mais un peu d'eau
Changement	+	-	+/-	s. o.	+	+	s. o.
Témoin 2017 (1 tronçon)	Sable-limon	1,7	0,12 à 0,15	4,5	1*; 0,45	Élevés (surtout débris ligneux)	Pas d'érosion ni de sédimentation. Couvert ombragé, arbustes. Milieu hétérogène; en voie de renaturalisation
Témoin 2019 (2 tronçons)	Sable-gravier (limon et galets)	1,1 à 1,2 / 0,7	0,10 / 0,08	3,5 à 4,5	1; 0,50 / 0	Modérés à élevés (surtout débris ligneux)	Pas d'érosion ni de sédimentation. Couvert ombragé, arbustes. Camp.2 : étiage sévère, mais un peu d'eau
Changement	+	-	-	+/-	+/-	-	s. o.

Observations

/ sépare les résultats de la 1^{re} et de la 2^e campagne d'une même année de suivi lorsque ceux-ci sont différents
 * désigne fosses artificielles créées par ponceau (vs fosses naturelles formées par dynamique hydromorphologique)
 n. d. non déterminé

Changement

+/- signifie qu'il y a eu une augmentation et une diminution, selon les conditions durant les différentes campagnes.
 - diminution
 + augmentation
 = égal
 s. o. sans objet

Durant le suivi d'après travaux (2019), le cours bonifié a été divisé en quatre tronçons pour tenir compte des changements apportés à sa géométrie et à son allure physique générale maintenant plus variée.

Donc, en 2017, on compare deux cours d'eau au gabarit similaire, mais l'un est homogène (bonifié avant bonification) et l'autre est hétérogène (car le témoin s'est remis partiellement des interventions passées). En 2019, même si aucune intervention n'a eu lieu dans le cours témoin, le suivi montre une diminution de la qualité de l'habitat, probablement à cause de l'étiage sévère d'août 2019. *A contrario*, le cours d'eau bonifié a vu, à la suite des travaux, une amélioration de plusieurs paramètres : le substrat, le nombre de fosses et l'augmentation du nombre d'abris, le tout, malgré la pression exercée par l'étiage. Sur la base des critères jugés les plus influents, la qualité de l'habitat semble s'être accrue dans le cours bonifié. Ainsi, en se basant sur ces variables, on s'attend à voir, durant le suivi d'après travaux, une amélioration de la qualité de la communauté de poissons dans le cours bonifié, mais une diminution dans le cours témoin.

En ce qui a trait aux paramètres physicochimiques, ils sont essentiellement demeurés dans la gamme de valeurs attendues à quelques exceptions près (tableau 11). En effet, des valeurs de pH supérieures aux critères jugés tout juste acceptables (se référer à la section 3.3.1 État biophysique des cours d'eau) ont été mesurées à deux stations, localisées dans le cours témoin, soit une fois en 2017 et une

fois en 2019. La saturation en oxygène dissous est passée dans la catégorie « mauvaise » (55; 70) à deux reprises, les deux fois dans le cours d'eau bonifié, mais durant des années différentes (en juillet 2017 et en juillet 2019). La conductivité est toujours demeurée relativement élevée, mais toujours dans la gamme normale attendue en milieu agricole (les valeurs mesurées variant de 383 à 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$). En somme, on ne constate pas de tendance soutenue quant à des paramètres physicochimiques pouvant être limitants pour la vie aquatique.

Tableau 11. Paramètres physicochimiques notés dans les cours d'eau, bonifié et témoin, en 2017 et 2019 dans la MRC Brome-Missisquoi

Cours d'eau	Type (bonifié, témoin)	Station	Campagne	Date de pêche (aaaa-mm-jj)	Heure du début	Température de l'eau (°C)	pH	Saturation en oxygène dissous (%)	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
C. E. Poulin, branche 6	B	POU6-0	1	2017-07-11	11h30	19,9	7,7	67,6	465
	B	POU6-0	2	2017-08-29	10h00	12,7	†	75,1	500
	B	POU6-500	1	2017-07-11	13h20	19,4	7,4	91,7	463
	B	POU6-500	2	2017-08-29	11h00	14,8	†	80,4	498
	B	POU6-8	1	2019-07-16	9h00	20,1	7,7	41	383
	B	POU6-8	2	2019-08-29	10h15	19,0	8,0	91	384
	B	POU6-50	1	2019-07-16	11h00	21,5	8,3	135	391
	B	POU6-50	2	2019-08-29	11h15	*	*	*	*
	B	POU6-175	1	2019-07-16	12h00	*	*	*	*
	B	POU6-175	2	2019-08-29	11h30	*	*	*	*
	B	POU6-750	1	2019-07-16	13h00	†	†	†	†
	B	POU6-750	2	2019-08-29	12h00	†	†	†	†
C. E. Poulin, tête	T	POUt1	1	2017-07-13	9h45	15,9	8,5	125,2	450
	T	POUt1	2	2017-09-01	9h45	11,5	†	94,6	470
	T	POUt1	1	2019-07-18	10h00	18,2	8,3	97	389
	T	POUt3	2	2019-07-18	12h15	25,2	8,9	174	418
	T	POUt3	2	2019-07-18	14h45	21,5	7,8	74	458

* Pas de mesures à cause du manque d'eau

† Pas de mesures à cause des problèmes techniques

En rouge et gras : valeur « extraordinaire ». pH : de 6 à 8,5, il ne représente pas une menace pour la vie (MABC, 2016) — Saturation en O_2 dissous : < 70 % correspond à une mauvaise qualité de l'eau (Hébert, 1997) — Conductivité : des valeurs de 300 à 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sont dans les normes dans un contexte agricole (Ohio EPA, 2015a)

4.3.3.2 Collecteur

Quant au cours collecteur (cours d'eau Poulin), sa largeur mouillée a été estimée à 4,2 m durant les campagnes de 2017 (tableau 12). Fait à noter, il y avait deux barrages de castors dans le tronçon collecteur durant la campagne de juillet 2019. Ces derniers ont été démantelés probablement peu de temps avant la campagne d'août 2019, modifiant substantiellement l'état du milieu. Cela dit, il y avait un autre barrage durant la deuxième campagne, situé cette fois en amont du tronçon et de la confluence avec le cours d'eau bonifié. À cause de la rétention d'eau exercée, ce dernier a eu une influence sur la dynamique d'écoulement et explique en partie les faibles hauteurs d'eau observées en août 2019. Ainsi, la hauteur d'eau moyenne était de l'ordre de 0,75 m en 2017, alors qu'en 2019 elle a été de 0,5 et 0,12 m à cause de l'influence des barrages de castors. Il y a toujours eu des fosses d'une profondeur de qualité (> 0,70 m). Les abris étaient éparés. Le tout apparaît comme un cours d'eau

offrant un bel habitat physique au poisson. Se référer à l'annexe 3 pour le détail des mesures biophysiques.

Tableau 12. Paramètres principaux notés durant la caractérisation biophysique du cours d'eau collecteur en 2017 et 2019 dans la MRC Brome-Missisquoi

Type et année du suivi	Substrats dominants et sous-dominants	Largeur mouillée moyenne (m)	Hauteur d'eau moyenne (m)	Largeur au DPB (m)	Fosses (n; profondeur max. en m)	Abris	Observations complémentaires
Collecteur 2017	Limon-sable	4,2	0,6	5,5	6; 1,0	éparses	50 à 70 % de couverture de plantes aquatiques; essentiellement de type submergé
Collecteur 2019	Limon-argile/sable-limon	4,2/1,05	0,5/0,12	5,5	2; 0,80/3; 0,50	éparses	Camp.1 : 2 barrages de castors dans POUL; ↑ hauteur d'eau // Camp.2 : retrait récent des 2 barrages, mais 1 autre subsiste en amont
Changement	=	=/-	=/-	=	-	=	s. o.

Observations

/ sépare les résultats de la 1^{re} et de la 2^e campagne d'une même année de suivi lorsque ceux-ci sont différents
 * désigne les fosses artificielles créées par ponceau (vs fosses naturelles formées par dynamique hydromorphologique)
 n. d. non déterminé

Changement

+/- signifie qu'il y a eu une augmentation et diminution, selon les conditions lors des différentes campagnes.
 - diminution
 + augmentation
 = égal
 s. o. sans objet

Les paramètres physicochimiques sont demeurés dans les valeurs normales attendues, à l'exception de la saturation en oxygène dissous en 2019 qui a atteint des seuils de mauvais (juillet 2019 : 69 %) à très mauvais (août 2019 : 46 %) (tableau 13). Le tout pourrait être associé aux barrages de castors.

Tableau 13. Paramètres physicochimiques notés dans le cours d'eau collecteur en 2017 et 2019 dans la MRC Brome-Missisquoi

Cours d'eau	Type (collecteur)	Station	Campagne	Date de pêche (aaaa-mm-jj)	Heure du début	Température de l'eau (°C)	pH	Saturation en oxygène dissous (%)	Conductivité (µS/cm)
Cours d'eau Poulin	C	POUL	1	2017-07-11	9h30	17,9	7,6	78,4	490
	C	POUL	2	2017-08-29	13h30	14,7	†	82,7	503
	C	POUL	1	2019-07-18	14h30	22,9	7,6	69	452
	C	POUL	2	2019-08-30	9h30	16,9	7,9	46	358

† Absence de mesures due à problèmes techniques

En rouge et gras : valeur « extraordinaire ». pH : de 6 à 8,5, il ne représente pas une menace pour la vie (MABC, 2016) — Saturation en O₂ dissous : < 70 % correspond à une mauvaise qualité de l'eau (Hébert, 1997) — Conductivité : des valeurs de 300 à 600 µS/cm sont dans les normes dans un contexte agricole (Ohio EPA, 2015a)

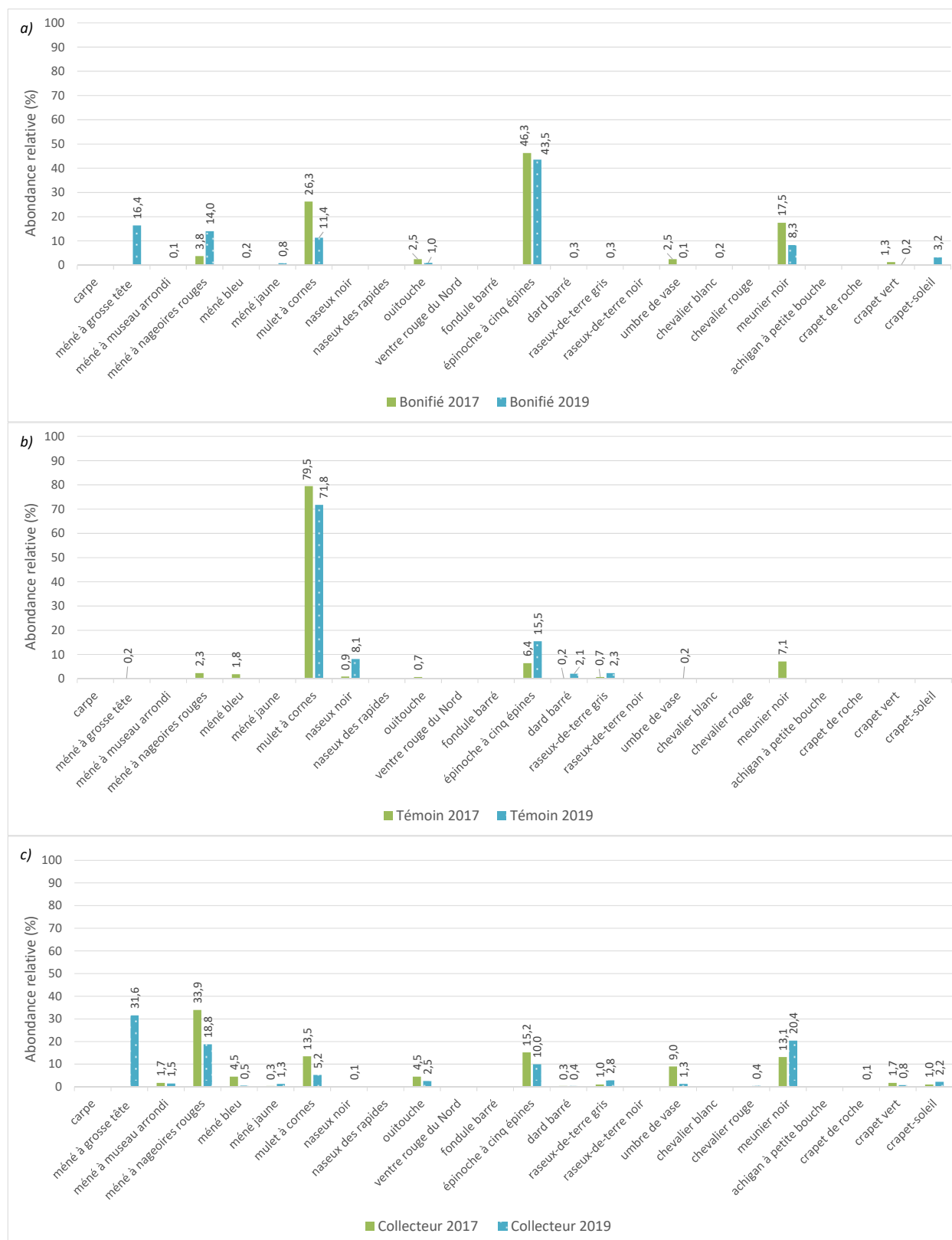
4.3.4 Communauté de poissons — Brome-Missisquoi

4.3.4.1 Profil général des captures

Durant le suivi de 2017 (avant travaux), 7 espèces de poissons ont été capturées dans le cours d'eau bonifié (branche 6 du cours d'eau Poulin), tandis que le cours d'eau témoin en hébergeait 10 (figure 11). Cinq espèces ont été capturées dans les deux, soit le mulot à cornes, la ouitouche, le méné à nageoires rouges, l'épinoche à cinq épines et le meunier noir. Dans le cours bonifié on trouvait en plus le crapet-soleil et l'ombre de vase, tandis que, dans le cours témoin, les cinq espèces supplémentaires ont été le méné bleu, le méné à grosse tête, le dard barré, le raseux-de-terre gris et le naseux noir. L'espèce la plus abondante dans le cours bonifié a été l'épinoche à cinq épines, représentant 46,3 % des captures. Dans le cours d'eau témoin, c'est le mulot à cornes qui a occupé la première position avec 79,5 % des captures. En 2019 (après travaux), le cours d'eau bonifié a vu sa diversité augmenter à 15 espèces. En plus des sept espèces trouvées dans le cadre des travaux préalables, on y a capturé le méné à grosse tête, le méné à museau arrondi, le méné bleu, le méné jaune, le dard barré, le raseux-de-terre gris, le chevalier blanc et le crapet vert. La plus abondante était encore l'épinoche à cinq épines, représentant 43,5 % des captures. Dans le cours témoin, seules six espèces ont été capturées en 2019. Comme durant le premier suivi, il y avait le mulot à cornes, le dard barré, le raseux-de-terre gris, le naseux noir et l'épinoche à cinq épines. L'ombre de vase a aussi été capturé dans le cours témoin cette année-là. Comme durant le suivi d'avant travaux, en 2019, c'est le mulot à cornes qui domine la communauté de poissons dans le cours témoin, représentant 71,8 % des captures.

Dans le cours d'eau collecteur (cours d'eau Poulin), 13 espèces ont été capturées en 2017. Les sept espèces capturées dans le cours bonifié fréquentaient aussi le collecteur. En plus, le collecteur abritait le méné bleu, le méné jaune, le méné à museau arrondi, le dard barré, le raseux-de-terre gris et le crapet-soleil. L'espèce la plus abondante a été le méné à nageoires rouges (33,9 %). En 2019, 17 espèces ont été recensées, y compris les 13 de 2017. À ces dernières se sont ajoutés le méné à grosse tête, le naseux noir, le chevalier rouge et le crapet de roche. Le méné à grosse tête affichait la plus grande abondance relative en 2019 (31,6 %).

Figure 11. Espèces de poissons capturées et abondance relative dans les trois types de cours d'eau suivis de la MRC Brome-Missisquoi en 2017 et 2019 : (a) bonifié, (b) témoin et (c) collecteur



4.3.4.2 Captures dans les petits cours d'eau (B et T)

Durant le suivi d'avant travaux de 2017, les pêches dans le cours d'eau bonifié ont permis de capturer 80 individus pour une valeur de CPUE de 0,12 n/sec (rappel : l'envahissement du chenal par la végétation émergente rendait la pêche ardue) (tableau 14). Malgré une abondance modeste, sept espèces ont été capturées, appartenant à trois groupes trophiques et à cinq types de reproductions différents. Durant le suivi d'après travaux de 2019, toutes les variables ont réagi positivement, sauf la proportion de lithophiles qui est demeurée similaire. L'abondance a été de 1 679 individus, notamment à cause d'un plus grand effort d'échantillonnage (nécessaire pour couvrir la plus grande diversité de macrohabitats) et à un succès de capture élevé (CPUE : 1,48 n/sec). Un groupe trophique s'est ajouté ainsi que deux types de reproduction. En outre, la proportion d'individus tolérants a un peu diminué. Ce résultat est surprenant si l'on considère que les travaux étaient très récents (automne 2018) et, conséquemment, que le cours d'eau pouvait encore tendre à se stabiliser et ainsi avoir une charge en particules fines plus importante qu'au « climax ». C'est d'autant plus remarquable que l'été 2019 a reçu beaucoup moins de précipitation que la moyenne historique. En somme, les variables suggèrent une amélioration de la qualité de l'habitat dans le cours bonifié à la suite des travaux.

Quant au témoin, durant le suivi d'avant travaux, on y a capturé 435 individus avec une CPUE de 0,94 n/sec. Ici, 10 espèces ont été capturées, donc 3 de plus que dans le cours bonifié. Il y avait dans le cours témoin une faible proportion d'insectivores (12,2 %) et une forte proportion d'individus tolérants à la pollution (88,5 %). Par contre, les lithophiles représentaient l'essentiel de la communauté, soit 83,4 %. En 2019, les changements les plus marqués sont la diminution à six espèces et la disparition d'un groupe trophique au profit des insectivores qui ont alors représenté 26,2 % de la communauté. L'étiage de 2019 pourrait expliquer cette baisse de diversité ou, encore, les barrages de castors situés en aval pourraient avoir limité la remontée des poissons vers le cours témoin, localisé en tête du cours d'eau.

4.3.4.3 Captures dans le cours d'eau collecteur

Dans le cours collecteur (ruisseau Poulin), 13 espèces ont été pêchées en 2017 et 17 en 2019 (tableau 15). Il est à noter que la variation des résultats de 2017 à 2019 s'explique au moins en partie par l'influence des barrages de castors en 2019 ayant modulé les niveaux d'eau, la dynamique d'écoulement et peut-être même influencé la libre circulation du poisson. Malgré le grand nombre d'espèces, les trois plus abondantes ont représenté plus de la moitié des captures, soit 62,6 % en 2017 et 70,7 % en 2019. Quatre (en 2017) et cinq (en 2019) différents groupes trophiques ont été représentés dans les captures, sur une possibilité de sept. De plus, des espèces recourant aux sept types de reproduction possibles ont été capturées. La CPUE a augmenté de 0,24 n/sec en 2017 à 1,62 n/sec en 2019. C'est donc trois variables qui indiquent une réaction positive peut-être liée à la présence des barrages de castors. Par contre, les insectivores et les lithophiles ainsi que les individus tolérants à la pollution ont réagi négativement en 2019. L'examen plus attentif des captures montre qu'en 2019 une nouvelle espèce non répertoriée en 2017 est apparue et a représenté à elle seule 31,6 % des captures. Il s'agit du méné à grosse tête, une espèce tolérante, omnivore et spéléophile (annexe 2). C'est essentiellement cette espèce qui tire à la baisse l'influence de certaines variables.

Tableau 14. Variables de la communauté de poissons dans les cours d'eau, bonifié et témoin, en 2017 et 2019 dans la MRC Brome-Missisquoi

	Abondance (n ^{bre} d'individus)	Richesse (n ^{bre} d'espèces)	CPUE (n/sec)	% des 3 principales espèces	N ^{bre} de groupes trophiques	N ^{bre} de types de reproduction	% insectivores	% lithophiles	% intolérants	% tolé-rants
Bonifié 2017	80	7	0,12	90,0	3	5	52,5	32,5	0	47,5
Bonifié 2019 [†]	1679	15	1,48	68,9	4	7	61,5	26,6	0	37,5
Changement*	+++	++	+++	++	+	+	+	=	s. o.	+
Témoin 2017	435	10	0,94	93,1	3	5	12,2	83,4	0	88,5
Témoin 2019	432	6	0,77	95,4	3	5	26,2	79,9	0	82,4
Changement*	=	--	-	=	-	=	+	=	s. o.	=

* Indique si le changement est considéré comme positif (+), négatif (-) ou demeure stable (=). De un à trois caractères sont utilisés *qualitativement* pour symboliser l'intensité du changement.

[†] A été influencé par les barrages de castors.

s. o. sans objet

Tableau 15. Variables de la communauté de poissons dans le cours d'eau collecteur en 2017 et 2019 dans la MRC Brome-Missisquoi

	Abondance (n ^{bre} d'individus)	Richesse (n ^{bre} d'espèces)	CPUE (n/sec)	% des 3 principales sp.	N ^{bre} de groupes trophiques	N ^{bre} de types de reproduction	% insectivores	% lithophiles	% intolérants	% tolérants
Collecteur 2017	289	13	0,24	62,6	4	7	64,7	51,9	0	40,5
Collecteur 2019 [†]	1124	17	1,62	70,7	5	7	36,2	27,0	0	65,1
Changement*	+++	++	+++	-	+	=	--	--	s. o.	-

* Indique si le changement est considéré comme positif (+), négatif (-) ou demeure stable (=). De un à trois caractères sont utilisés *qualitativement* pour symboliser l'intensité du changement.

[†] A été influencé par les barrages de castors.

s. o. sans objet

4.4 Suivi dans la MRC de Marguerite-d'Youville

4.4.1 Localisation des stations de pêche — Marguerite-d'Youville

La figure 12 indique la localisation et la segmentation des tronçons suivis dans les cours d'eau bonifié (branche 1 du ruisseau Notre-Dame), témoin (ruisseau Notre-Dame — tête) et collecteur (ruisseau Notre-Dame) de la MRC de Marguerite-d'Youville, soit à Varennes.

Figure 12. Localisation des stations de pêche de la MRC de Marguerite-d'Youville

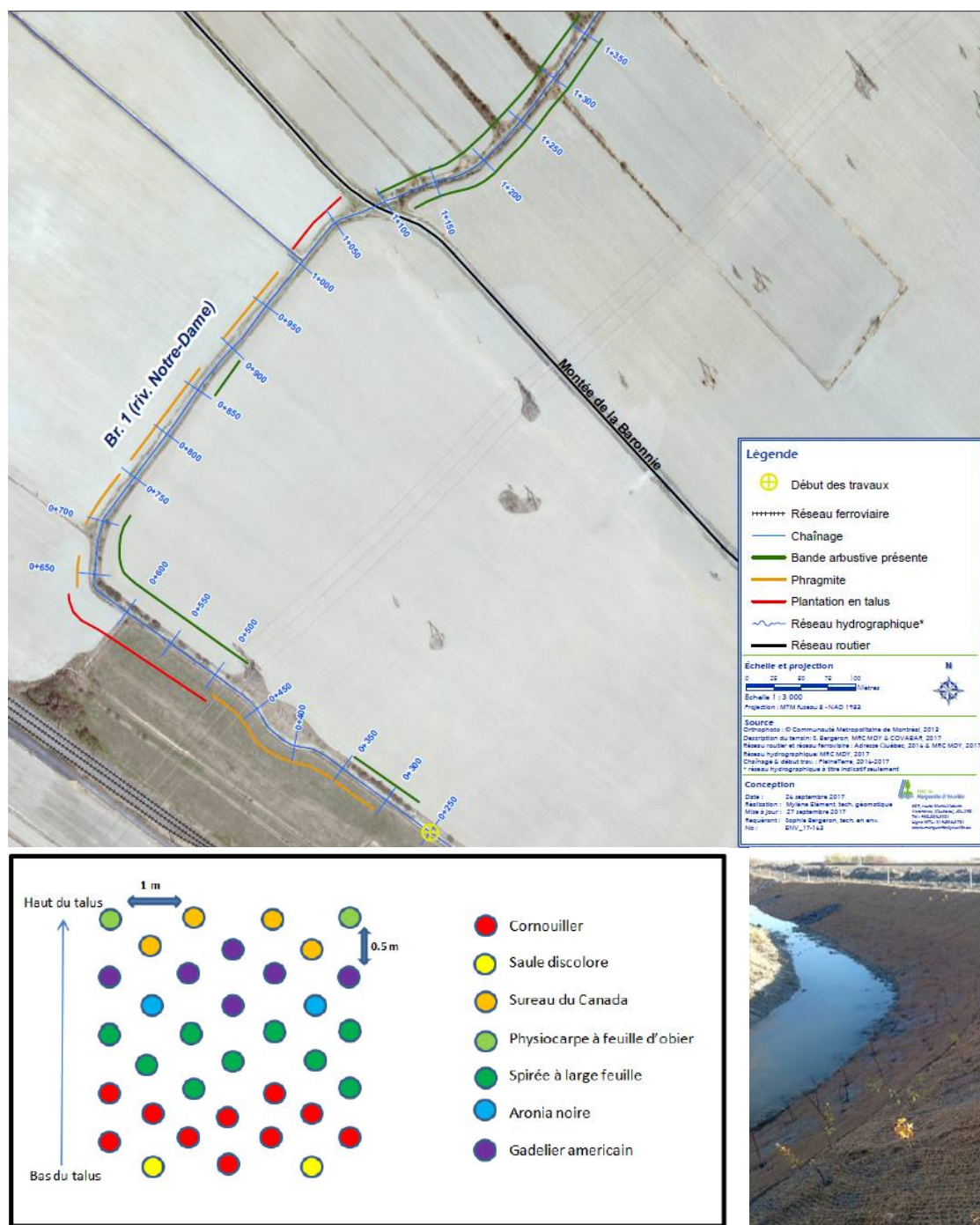


4.4.2 Description des interventions et des bonifications réalisées — Marguerite-d'Youville

L'intervention dans la branche 1 du ruisseau Notre-Dame (bonifié) a eu lieu en 2017. La bonification préliminaire prévoyait la réévaluation de la géométrie du prisme du cours d'eau des chaînages 0+250 à 1+075, des plantations sur les berges et l'introduction d'hétérogénéité dans le lit d'écoulement par l'insertion de blocs de pierre (abris de courant). Le fond du cours d'eau était très large et l'eau s'y étalait en une mince lame. En outre, la sédimentation apparaissait concentrée en certains points, mais le concept de bonification a été revu à la lumière de l'examen du consultant de la MRC qui a estimé

qu'il n'était pas pertinent de revoir la géométrie du cours d'eau. Finalement, un curage traditionnel a eu lieu des chaînages 0+250 à 3+976 et la bonification a consisté à densifier le couvert végétal sur les berges sur environ 210 m par la plantation d'arbustes et en veillant à conserver tous les arbustes qui y croissaient déjà (considéré ici comme une bonification, car ces derniers sont généralement coupés durant les travaux d'entretien traditionnels) (figure 13, tableau 16). Les blocs dans le lit d'écoulement (dans le but d'augmenter l'hétérogénéité à même la section mouillée) n'ont pas été insérés.

Figure 13. Schématisation de la bonification réalisée sur le cours d'eau bonifié de la MRC de Marguerite-d'Youville



En 2019, les arbustes nouvellement plantés étaient encore de petite taille et ne se démarquaient pas de la végétation herbacée. En outre, des plantations ont été réalisées en 2018 pour remplacer les végétaux morts. La MRC a été en mesure d'augmenter le nombre d'arbustes et les superficies bonifiées. Pour l'instant toutefois, il apparaît prématuré de s'attendre à mesurer une influence de la bonification sur la communauté de poissons.

Le tableau 16 récapitule les interventions récentes ayant eu lieu dans les trois types de cours d'eau suivis dans la MRC de Marguerite-d'Youville.

Tableau 16. Résumé des interventions récentes ayant eu lieu dans les cours d'eau suivis dans la MRC de Marguerite-d'Youville

MRC	Type	Cours d'eau	Année de réalisation	Chânage	Description
Marguerite-D'Youville	Bonifié	Branche 1 Notre-Dame	2017	0+250 à 3+976	Entretien traditionnel du cours d'eau et conservation des arbres et arbustes.
			2017	0+490 à 0+725 et 1+000 à 1+350	Plantation d'arbustes sur 210 m en RD (n = 1950) et conservation des arbres et arbustes déjà établis.
			2018		800 arbustes replantés pour bonifier et remplacer les végétaux morts (25%).
	Témoin	Rau Notre-Dame	2015	9+100 à 11+250	Entretien traditionnel du cours d'eau. Témoin représentant un habitat homogène.
	Collecteur	Rau Notre-Dame	s. o.	s. o.	Pas de travaux récents dans le lit du tronçon suivi à titre de « collecteur ».

RD : rive droite RG : rive gauche s. o. : sans objet

4.4.3 Caractérisation biophysique — Marguerite-d'Youville

4.4.3.1 Cours d'eau bonifié et témoin

En 2017 (avant les travaux), les deux campagnes ont donné lieu à des mesures bien différentes étant donné les conditions météorologiques sèches persistant au cours de l'été. La hauteur d'eau était plus faible durant la deuxième campagne. Ainsi, durant la première campagne, la branche 1 du ruisseau Notre-Dame (bonifié) avait une largeur mouillée moyenne de 3,4 à 4,6 m et de 0,3 à 2,8 m durant la deuxième (tableau 17). La même constatation a été effectuée quant à la hauteur d'eau moyenne qui a tout au plus été de 0,15 m. Le gabarit important de la branche 1 est probablement calibré pour évacuer un volume important d'eaux printanières; sa largeur au DPB a été estimée à 5,4 m, voire 7,1 m, selon le tronçon. Cela dit, en période estivale, même après des événements de pluie, l'eau s'étalait en une mince lame sur la largeur du fond et l'écoulement y était à peine perceptible. Le lit était caractérisé par un recouvrement élevé de végétation aquatique et de vases molles dans lesquelles l'équipe a pu s'enfoncer jusqu'à environ 0,4 m. Il y avait deux fosses, créées artificiellement aux extrémités d'un ponceau de route. Ces dernières avaient près de 0,8 m de profondeur, même durant l'étiage sévère.

Tableau 17. Paramètres principaux notés durant la caractérisation biophysique des cours, d'eau bonifié et témoin, en 2017 et 2019 dans la MRC de Marguerite-d'Youville

Type et année du suivi	Substrats dominants et sous-dominants	Largeur mouillée moyenne (m)	Hauteur d'eau moyenne (m)	Largeur au DPB (m)	Fosses (n; profondeur max. en m)	Abris	Observations complémentaires
Bonifié 2017 (3 tronçons)	Argile-limon-organique	3,4 à 4,6 / 0,3 à 2,8	0,08 à 0,15 / 0,05 à 0,08	5,4 à 7,1	2*, 0,8	Absents, éparses	Vase molle ≤ 40 cm, signe d'incision en aval, peu d'eau, filamenteuse, végétation aquatique (> 80 %), carpes respirant à la surface de l'eau en août
Bonifié 2019 (3 tronçons)	Argile-limon-organique	1,8 à 2,5 / 0,40 à 0,45	0,12 à 0,15 / 0,03 à 0,08	4,3 à 6,7	0	absent	Vase molle ≤ 40 cm, signe d'incision en aval; août : peu d'eau, bcp de mat. org. en décomposition
Changement	=	--	=	=	-	-	s. o.
Témoin 2017 (2 tronçons)	Argile-limon	3,4/2,8	0,35 / 0,20	5,3	2*, 0,9/ 2*, 0,75	absent	Vase 5 à 30 cm, végétation aquatique (60-100 %), bcp d'algues filamenteuses, niveau d'eau plutôt élevé
Témoin 2019 (2 tronçons)	Argile-limon	3,1 à 3,3 / 1,5	0,15 à 0,20 / 0,08	4,6	0	absent	Vase 10 à 15 cm; juin : nid d'épinoche, bcp de poissons gravides/août : herbacées rive jaunies (épandage?)
Changement	=	=/-	--	=	-	=	s. o.
Observations				Changement			
/ sépare les résultats de la 1 ^{re} et de la 2 ^e campagne d'une même année de suivi lorsque ceux-ci sont différents				+/- signifie qu'il y a eu une augmentation et diminution, selon les conditions lors des différentes campagnes.			
* désigne fosses artificielles créées par ponceau (vs fosses naturelles formées par dynamique hydromorphologique)				- diminution			
n. d. non déterminé				+ augmentation			
				= égal			
				s. o. sans objet			

Le cours d'eau témoin (entretenu en 2015) n'est pas apparu aussi vulnérable à l'étiage que le cours d'eau bonifié, quoiqu'il contînt aussi moins d'eau durant la deuxième campagne de 2017. En somme, cette année-là, les hauteurs d'eau ont été de 0,35 m, puis de 0,20 m (ce qui incitait à se demander si quelque chose en aval maintenait le niveau plus élevé que normalement, mais aucune cause n'a été repérée durant les suivis), puis la largeur mouillée est passée de 3,4 m à 2,8 m. Au débit plein bord, le cours d'eau mesurerait environ 5,3 m de largeur. L'habitat était très homogène sauf pour deux fosses de 0,9 m résultant d'un ponceau probablement sous-dimensionné. Aucun abri n'a été noté. Une bonne couche de vase recouvrait toute la longueur des tronçons (5 à 30 cm) et beaucoup de végétation aquatique occupait l'aire mouillée.

En 2019 (après les travaux), le secteur a reçu, au mois d'août, des précipitations bien sous les moyennes. Donc, de nouveau, les conditions météorologiques ont engendré des différences marquées entre les relevés des deux campagnes. Dans le cours d'eau bonifié, l'eau a mouillé une largeur moyenne de 1,8 m à 2,5 m, puis d'au plus 0,45 m en août. La hauteur d'eau moyenne a été de 0,12 à 0,15 m durant la première campagne et a baissé à 0,05 à 0,08 m durant la deuxième. Plus aucun refuge n'était visible et, pour des raisons inexpliquées, il y avait autant de vase qu'avant les travaux. La végétation aquatique abondante se décomposait vu le peu d'eau durant la deuxième campagne. Ainsi, même en période d'hydraulicité normale (juin), l'écoulement demeurait homogène et il n'y avait aucun refuge. Même les fosses offrant des refuges en 2017 avaient disparu à la suite des travaux. Ainsi, la qualité de l'habitat mouillé paraissait peu intéressante à l'échelle des trois tronçons parcourus dans le cours d'eau bonifié.

Le cours témoin a affiché en 2019 des caractéristiques comparables à celles de la première campagne de 2017 (hors étiage). Mais, durant la campagne pendant l'étiage, il ne restait que 1,5 m de largeur mouillée, et la hauteur d'eau était de 0,08 m. Fait à noter, en juin, il y avait de nombreuses épinoches à cinq épines gravides ou arborant une robe aux couleurs foncées. Un nid d'épinoche a d'ailleurs été trouvé, tissé contre la végétation aquatique submergée, non loin de la surface de l'eau. En août, les herbes en haut de talus étaient jaunes, ce qui pourrait être associé à des épandages de phytosanitaires. En somme, les conditions physiques sont homogènes.

En résumé, dans le cours d'eau bonifié, plusieurs paramètres biophysiques ont été négativement influencés après l'intervention : il y a eu baisse des niveaux d'eau, disparition des fosses et des abris mouillés. Ici, les bonifications mises en place (plantations sur les berges) ne provoquent aucun effet direct à court terme sur les paramètres rapportés dans le tableau. D'une part, les conditions météorologiques ont été chaudes et sèches. D'autre part, le curage traditionnel réalisé a influé sur la qualité de l'habitat mouillé en réduisant le volume d'eau (amélioration du drainage) et le nombre de refuges. Même durant la campagne de juin 2019 (en juin, l'hydraulicité est généralement plus élevée que plus tard en été), les paramètres comme le volume d'eau et le nombre de refuges suggéraient un habitat de faible qualité. Ainsi, malgré sa taille importante, le cours bonifié offre un piètre potentiel quant à la résilience aux événements climatiques de la communauté de poissons. Le cours témoin, entretenu en 2015, affichait les mêmes tendances, soit un habitat homogène où le potentiel de refuge est faible durant les épisodes de conditions adverses.

En ce qui a trait aux paramètres physicochimiques, on observe que la saturation en oxygène dissous a été dramatiquement faible durant les relevés d'août, tant en 2017 qu'en 2019, et ce, pour les trois tronçons suivis dans le cours d'eau bonifié (tableau 18). On parle de valeurs en deçà de 12 %. Quant à la conductivité, elle a été également très élevée durant ces mêmes relevés, atteignant 1 341 $\mu\text{S}/\text{cm}$. D'ailleurs, durant un de ces échantillonnages, des poissons (carpes) ont été aperçus en train de respirer à l'interface air-eau. Généralement, la conductivité est toujours demeurée très élevée. Dans le cours témoin, la saturation en oxygène dissous est toujours demeurée au-dessus des seuils critiques. Cependant, la conductivité était supérieure aux valeurs attendues durant les premières campagnes de 2017 et 2019, ces dernières ayant eu lieu respectivement au début de juillet et de juin.

Tableau 18. Paramètres physicochimiques notés dans les cours d'eau, bonifié et témoin, en 2017 et 2019 dans la MRC de Marguerite-d'Youville

Cours d'eau	Type (bonifié, témoin)	Station	Campagne	Date de pêche (aaaa-mm-jj)	Heure du début	Température de l'eau (°C)	pH	Saturation en oxygène dissous (%)	Conductivité (µS/cm)
Rau Notre-Dame, br. 1	B	NDBR1-0	1	2017-07-04	13h45	24,8	8,0	101,7	701
	B	NDBR1-0	2	2017-08-17	13h30	*	*	*	*
	B	NDBR1-1050	1	2017-07-04	10h00	18,1	7,4	82,2	693
	B	NDBR1-1050	2	2017-08-16	9h30	20,4	8,1	1,5	1 341
	B	NDBR1-1100	1	2017-07-04	12h10	18,4	7,7	71,0	691
	B	NDBR1-1100	2	2017-08-16	12h30	19,7	7,8	3,6	1 233
	B	NDBR1-0	1	2019-06-06	9h45	15,1	8,0	110	574
	B	NDBR1-0	2	2019-08-22	9h00	20,7	7,8	11	923
	B	NDBR1-1050	1	2019-06-06	13h30	23,7	8,2	149	673
	B	NDBR1-1050	2	2019-08-22	11h15	20,3	8,0	8	866
	B	NDBR1-1100	2	2019-06-06	15h15	28,3	8,2	145	713
	B	NDBR1-1100	1	2019-08-20	*	*	*	*	*
Rau Notre-Dame	T	NDt1	1	2017-07-05	9h30	20,0	7,8	126,4	775
	T	NDt1	2	2017-08-17	9h15	18,8	8,5	82,1	460
	T	NDt2	1	2017-07-05	11h30	20,8	8,1	163,5	776
	T	NDt2	2	2017-08-17	11h00	23,5	8,1	108,0	505
	T	NDt1	1	2019-06-07	9h15	17,0	8,4	192	648
	T	NDt1	2	2019-08-22	14h15	24,0	8,1	115	464
	T	NDt2	1	2019-06-07	11h00	17,0	8,4	192	648

* Absence de mesures due au manque d'eau

En rouge et gras : valeur « extraordinaire ». pH : de 6 à 8,5, il ne représente pas une menace pour la vie (MABC, 2016) — Saturation en O₂ dissous : < 70 % correspond à une mauvaise qualité de l'eau (Hébert, 1997) — Conductivité : des valeurs de 300 à 600 µS/cm sont dans les normes dans un contexte agricole (Ohio EPA, 2015a)

4.4.3.2 Collecteur

Le ruisseau Notre-Dame (collecteur) avait une largeur mouillée de 2,4 m durant un relevé en période d'hydraulicité ni élevée ni faible (juin 2019), alors qu'en étiage la largeur mouillée y était encore d'environ 1 m (août 2017 et août 2019) (tableau 19). Le cours d'eau a une largeur au DPB d'environ 3 m. La hauteur d'eau moyenne était de l'ordre de 0,3 à 0,4 m, mais, durant les étiages, elle a baissé à 0,12 m. La hauteur d'eau variait, mais peu de zones comportaient une différence de hauteur suffisante pour être considérées comme des fosses. Seulement deux fosses ont été notées, elles avaient une bonne profondeur et étaient associées à un ponceau. Il y avait quelques abris mouillés (débris ligneux, végétation).

Tableau 19. Paramètres principaux notés durant la caractérisation biophysique du cours d'eau collecteur en 2017 et 2019 dans la MRC de Marguerite-d'Youville

Type et année du suivi	Substrats dominants et sous-dominants	Largeur mouillée moyenne (m)	Hauteur d'eau moyenne (m)	Largeur au DPB (m)	Fosses (n; profondeur max. en m)	Abris	Observations complémentaires
Collecteur 2017	Argile-limon	1,1/1,0	0,4/0,15	3,0	2*; 1,0/2*; 0,8	éparses	Replat talus < 1 m
Collecteur 2019	Argile-limon	2,4/0,9	0,30/0,12	3,2	2*; 0,7/1*; 0,5	éparses	Replat talus < 1 m
Changement	=	+/-	=	=	-	=	s. o.

Observations

/ sépare les résultats de la 1^{re} et de la 2^e campagne d'une même année de suivi lorsque ceux-ci sont différents
 * désigne les fosses artificielles créées par ponceau (vs fosses naturelles formées par dynamique hydromorphologique)
 n. d. non déterminé

Changement

+/- signifie qu'il y a eu et augmentation et diminution, selon les conditions lors des différentes campagnes.
 - diminution
 + augmentation
 = égal
 s. o. sans objet

Quant aux paramètres physicochimiques, le pH a dépassé le seuil critique durant le suivi de juin 2019 (tableau 20). Ensuite, la saturation en oxygène dissous a été en deçà des seuils critiques en août 2017 avec un taux de 54,6 %. Cela concorde avec les valeurs faibles obtenues dans le cours bonifié. La conductivité a toujours été quelque peu au-delà des valeurs attendues en milieu agricole, atteignant au plus 727 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et concordant avec la faible teneur en oxygène dissout.

Tableau 20. Paramètres physicochimiques notés dans le cours d'eau collecteur en 2017 et 2019 dans la MRC de Marguerite-d'Youville

Cours d'eau	Type (collecteur)	Station	Campagne	Date de pêche (aaaa-mm-jj)	Heure du début	Température de l'eau (°C)	pH	Saturation en oxygène dissous (%)	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Ruisseau Notre-Dame	C	ND-AVAL	1	2017-07-04	14h45	25,0	8,5	159,7	684
	C	ND-AVAL	2	2017-08-16	14h20	20,6	8,0	54,6	727
	C	ND-AVAL	1	2019-06-07	13h30	25,8	8,6	176	696
	C	ND-AVAL	2	2019-08-23	9h30	17,6	7,8	83	678

En rouge et gras : valeur « extraordinaire ». pH : de 6 à 8,5, il ne représente pas une menace pour la vie (MABC, 2016)

Saturation en O_2 dissous : < 70 % correspond à une mauvaise qualité de l'eau (Hébert, 1997)

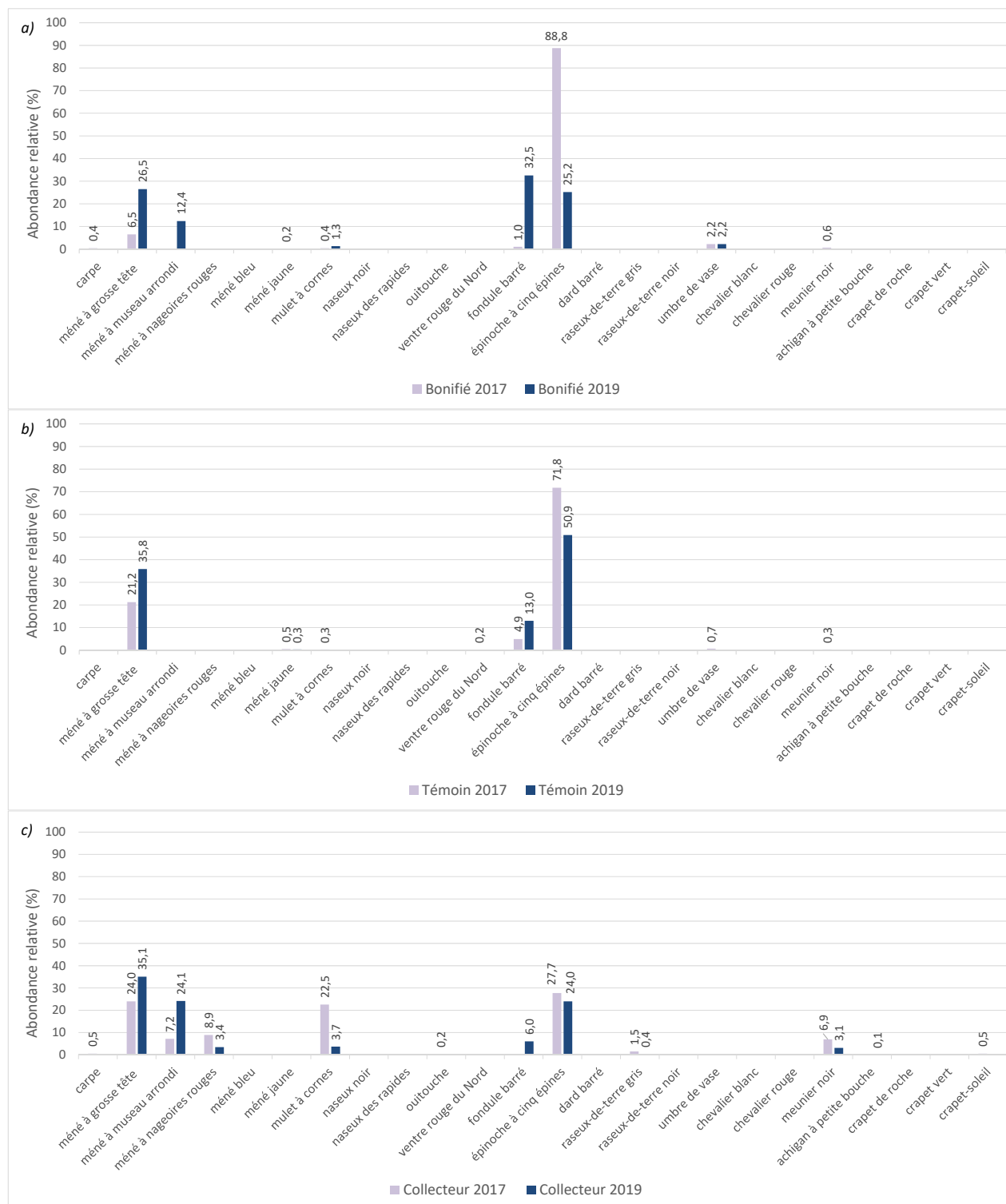
Conductivité : des valeurs de 300 à 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sont dans les normes dans un contexte agricole (Ohio EPA, 2015a)

4.4.4 Communauté de poissons — Marguerite-d'Youville

4.4.4.1 Profil général des captures

Durant le suivi de 2017 (avant les travaux), huit espèces de poissons ont été capturées dans le cours d'eau bonifié, de même dans le cours d'eau témoin (figure 14). Ces deux cours d'eau avaient sept espèces en commun, soit le mené à grosse tête, le mené jaune, le mulot à cornes, le fondule barré, l'épinoche à cinq épines, l'ombre de vase et le meunier noir. Dans le cours d'eau bonifié, on a aussi trouvé des carpes, tandis que, dans le cours témoin, on a capturé un spécimen identifié sur le terrain

Figure 14. Espèces de poissons capturées et abondance relative dans les trois types de cours d'eau suivis de la MRC de Marguerite-d'Youville en 2017 et 2019 : (a) bonifié (b), témoin et (c) collecteur



comme étant un ventre rouge du Nord, toutefois la présence de cette espèce dans le bassin versant nécessiterait une contre-validation (ce qui n'a pu être fait avec le spécimen, car il n'a pas été conservé dans la collection durant le traitement en laboratoire). En 2017, l'espèce la plus abondante a été l'épinoche à cinq épines, tant dans le cours bonifié (88,8 %) que dans le cours témoin (71,8 %). En 2019, il y a eu diminution du nombre d'espèces capturées dans le cours d'eau bonifié et le cours d'eau témoin. La carpe et le meunier noir n'ont pas été trouvés dans le cours d'eau bonifié cette année-là, réduisant le compte à six espèces. Dans le cours d'eau témoin, on a trouvé que quatre des huit espèces répertoriées en 2017, soit le méné à grosse tête, le méné jaune, le fondule barré et l'épinoche à cinq épines. L'espèce la plus abondante dans le cours d'eau bonifié a été le fondule barré (32,5 %), tandis que, dans le cours d'eau témoin, l'épinoche à cinq épines a encore dominé (50,9 %).

4.4.4.2 Captures dans les petits cours d'eau (B et T)

Durant le suivi d'avant travaux de 2017, les pêches dans le cours d'eau bonifié ont permis la capture de 510 individus pour une CPUE de 0,63 n/sec (tableau 21). Six types de reproductions y étaient représentés, mais seulement deux groupes trophiques. Durant le suivi d'après travaux de 2019, la CPUE a été équivalente, mais la richesse spécifique a diminué, tout comme le nombre de types de reproduction. Les insectivores ont diminué, passant de 92 % à 60 % (changement « négatif »), alors que la proportion d'individus tolérants passait de 11,2 à 74,8 % (changement « négatif »). Les espèces lithophiles ont représenté moins de 1,5 % de la communauté dans le cours bonifié, ce qui est conséquent avec la quantité de vase observée. Rappelons que le tout est conséquent avec la grande quantité de vase contenue avant et après les travaux.

Quant au cours témoin, durant le suivi d'avant travaux, on y a capturé 589 individus avec une CPUE de 0,40 n/sec. Bien que quatre à huit espèces aient été recensées, les trois principales représentaient la presque totalité des captures (≥ 98 %). Toutes les variables suggèrent un changement négatif de la communauté de poissons de 2017 à 2019, alors que, en ce qui a trait à la caractérisation biophysique, une diminution des hauteurs d'eau et la disparition des fosses avaient été notées.

4.4.4.3 Captures dans le cours d'eau collecteur

Dans le cours d'eau collecteur (ruisseau Notre-Dame), 10 espèces ont été capturées en 2017 et 9 en 2019 (tableau 22). Les trois espèces les plus abondantes ont constitué environ les trois quarts de la communauté. Seuls trois différents groupes trophiques ont été représentés dans les captures, toutefois les sept types de reproduction possibles y étaient. Les insectivores comptaient pour environ le tiers des captures. Quant aux lithophiles, ils ont représenté 31,7 % des individus en 2017. En 2019, l'abondance et le succès de capture ont grandement augmenté, mais, outre ces paramètres, les autres sont demeurés stables ou ont diminué. Mentionnons une espèce en moins et la diminution de la proportion d'espèces lithophiles chutant à 7,1 %. La caractérisation physique effectuée et les conditions hydrologiques notées durant les suivis ne fournissent pas d'indices pouvant expliquer les changements observés dans les résultats de pêche. Ces deux années ont reçu des précipitations en deçà de la moyenne, cette tendance ayant été plus prononcée à l'été 2019 qu'en 2017. Les variables ne suggèrent pas de tendance précise de la communauté de poissons de 2017 à 2019.

Tableau 21. Variables de la communauté de poissons dans les cours d'eau, bonifié et témoin, en 2017 et 2019 dans la MRC de Marguerite-d'Youville

	Abondance (n ^{bre} d'individus)	Richesse (n ^{bre} d'espèces)	CPUE (n/sec)	% des 3 principales sp.	N ^{bre} de groupes trophiques	N ^{bre} de types de reproduction	% insectivores	% lithophiles	% intolérants	% tolérants
Bonifié 2017	510	8	0,63	97,5	2	6	92,0	0,4	0	11,2
Bonifié 2019	695	6	0,60	84,2	2	4	59,9	1,3	0	74,8
Changement*	+	-	=	+	=	-	--	=	s. o.	--
Témoin 2017	589	8	0,40	98,0	3	5	77,4	0,3	0	28,0
Témoin 2019	332	4	0,36	99,7	2	3	63,9	0	0	49,1
Changement*	--	--	=	=	-	-	-	=	s. o.	-

* Indique si le changement est considéré comme positif (+), négatif (-) ou demeure stable (=). De un à trois caractères sont utilisés qualitativement pour symboliser l'intensité du changement.
s. o. sans objet

Tableau 22. Variable de la communauté de poissons dans le cours d'eau collecteur en 2017 et 2019 dans la MRC de Marguerite-d'Youville

	Abondance (n ^{bre} d'individus)	Richesse (n ^{bre} d'espèces)	CPUE (n/sec)	% des 3 principales sp.	N ^{bre} de groupes trophiques	N ^{bre} de types de reproduction	% insectivores	% lithophiles	% intolérants	% tolérants
Collecteur 2017	404	10	0,58	74,3	3	7	38,6	31,7	0	62,6
Collecteur 2019*	812	9	1,46	83,3	3	7	33,9	7,1	0	72,4
Changement*	+++	-	+++	-	=	=	=	--	s. o.	-

* Indique si le changement est considéré comme positif (+), négatif (-) ou demeure stable (=). De un à trois caractères sont utilisés qualitativement pour symboliser l'intensité du changement.
s. o. sans objet

4.5 Regard global sur les cours d'eau du paysage agricole montréalais

Toujours dans le but de mieux connaître les communautés de poissons des PCE situés en tête de bassin versant et leur singularité par rapport aux cours d'eau de bassin versant plus important, sont ici examinées les données regroupées selon la taille des cours d'eau (sans égard à l'année de suivi ni à la réalisation ou pas d'interventions). Les données collectées sur les cours d'eau bonifiés et témoins sont regroupées sous l'étiquette PCE (petits cours d'eau). De même, les données collectées sur les cours d'eau collecteurs sont regroupées sous l'étiquette CEC (cours d'eau collecteur). Alors que le bassin versant des PCE suivis a varié de 78 à 500 ha, celui des CEC suivis a varié de 1 200 et 3 000 ha (tableau 1).

4.5.1 Données historiques

Il n'existait aucune pêche expérimentale répertoriée pour les trois bassins versants suivis. Il n'est donc pas possible de comparer les résultats du présent suivi avec des données historiques.

4.5.2 Caractérisation biophysique — paysage agricole

Alors que les PCE ont fait l'objet d'interventions récurrentes pour maintenir le lit chenalisé, les CEC suivis ont subi des travaux de rectification moins radicaux et de façon moins récurrente. Les processus hydromorphologiques sont plus faiblement altérés et leur aspect demeure plus naturel. Malgré la différence de taille de bassin versant, il n'y a pas d'écarts marqués entre les largeurs ou hauteurs d'eau moyennes. Ce qui semble distinguer les PCE et les CEC est la qualité de l'habitat mouillé (tableau 23). Dans les CEC, on trouve une plus grande diversité de substrats, plus de fosses naturelles, des abris et une plus grande proportion d'eau libre (soit exempte de végétation aquatique) que dans les PCE. Les PCE du paysage montréalais sont typiquement composés de substrat fin (argile et limon), alors que les CEC contiennent, parmi les substrats dominants et sous-dominants, des substrats variant de l'argile aux galets. Dans les PCE, il y a des fosses, mais elles sont généralement associées à des ponceaux sous-dimensionnés plutôt qu'à des processus fluviaux naturels. Cela dit, ces fosses, bien qu'artificiellement formées, semblent faire office de refuges prisés par le poisson dans le paysage agricole, puisque c'est dans ces dernières que les captures y sont toujours le plus abondantes. Dans les CEC, les fosses étaient généralement d'origine naturelle (c'est-à-dire formées par les processus naturels) et ont toutes affiché une profondeur « fonctionnelle » (soit bien définie et suffisamment profonde pour profiter aux poissons). Une constatation commune à plusieurs PCE est que, généralement, ces derniers comportent peu de refuges tels que des fosses et des abris mouillés. Dans les PCE, la zone mouillée est occupée par une proportion considérable de végétation et un seul faciès d'écoulement est typiquement observé, soit le plat lentique, étalé sur la largeur et très homogène.

En ce qui a trait aux paramètres physicochimiques, plusieurs valeurs en dehors des valeurs normales attendues ont été mesurées dans les PCE, de même que dans les CEC (tableau 24). Dans les deux tailles de cours d'eau, des valeurs de pH élevées ont été mesurées avec un extrême de 8,9 dans les PCE. La saturation en oxygène dissous a atteint un minimum de 46 % dans les CEC et de 1,5 % dans les PCE, ce qui est en deçà des valeurs limites déterminées pour la vie aquatique. D'ailleurs, des carpes ont été aperçues respirant à l'interface air-eau durant les épisodes du 16 août 2017 dans le cours bonifié de la MRC de Marguerite-d'Youville. La conductivité est quant à elle toujours demeurée au-dessus de la gamme attendue en milieu naturel. La valeur maximale a été notée dans un PCE avec une valeur de 1 341 $\mu\text{S}/\text{cm}$, soit bien au-dessus de la limite de 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ normalement attendue en milieu agricole.

Tableau 23. Gamme mesurée des principaux paramètres notés durant la caractérisation biophysique en 2017 et 2019, selon la taille des cours d'eau

Taille des cours d'eau*	Substrat	Largeur mouillée moyenne (m)	Hauteur d'eau moyenne (m)	Largeur au DPB (m)	Fosses (n; profondeur max. en m)	Abris	Observations complémentaires
PCE	Essentiellement : argile-limon [exception : bonifié après travaux, et témoin (en voie de renaturation) de la MRC Brome-Missisquoi]	0,3 à 4,6 (souvent en lame peu épaisse aux marges amincies représentant une section peu fonctionnelle pour le poisson)	0,01 à 0,6	3,0 à 7,1	0 à 10 fosses; profondeur maximale = 0,9 m. (Observations variables au fil des suivis. Sur 24 visites : 11 observations de fosses artificielles associées à des ponceaux et 2 observations de fosses naturelles)	Essentiellement aucun, parfois éparées [exception : bonifié après travaux, et témoin (en voie de renaturation) de la MRC Brome-Missisquoi]	- Poissons sont plus nombreux dans les fosses. - Envahissement du lit mineur par la végétation très courante (couverture avant travaux : 65 % à 98 %). - Écoulement souvent lent, étalé et de faible hauteur. - Envasement généralisé (sauf témoin en voie de renaturation de la MRC Brome-Missisquoi)
CEC	Varié, d'argile à galets, selon le cours d'eau.	0,9 à 4,2 (la lame d'eau est généralement de hauteur régulière et offre un habitat fonctionnel de part et d'autre)	0,12 à 0,8	3,2 à 5,5	1 à 6 fosses; profondeur maximale = 1,2 m. Fosses généralement naturelles et observées dans le cadre de toutes les visites.	Éparées à modérés	Couvert de végétation aquatique : 1 % à 70 %

* PCE : Petits cours d'eau, soit d'ordre de Strahler ≤ 2 ; correspond aux « bonifiés » et « témoins » du présent suivi, et ayant un bassin versant de 78 à 500 ha.

CEC : Cours d'eau collecteur qui, dans le cadre du présent suivi, avait un ordre de Strahler > 2 et un bassin versant de 1 200 à 3 000 ha.

Tableau 24. Gamme mesurée des paramètres physicochimiques notés durant la caractérisation biophysique en 2017 et 2019, selon la taille des cours d'eau

	Température de l'eau (°C)	pH	Saturation en oxygène dissous (%)	Conductivité (µS/cm)
Valeurs repères	s. o.	Gamme attendue [€] : 6,3 à 8,3 Valeurs limites [‡] : 6,0 à 8,5	Valeurs limites [#] : < 70 % : mauvaise qualité < 55 % : très mauvaise qualité	Gamme attendue : 20 à 339 (naturel)* 300 à 600 (agricole) [†]
Plages mesurées selon la taille des cours d'eau*				
PCE	11,5 à 28,3	7,4 à 8,9	1,5 à 192	351 à 1 341
CEC	14,3 à 25,8	7,6 à 8,6	46 à 176	358 à 727

* PCE : Petits cours d'eau; correspond aux « bonifiés » et « témoins » du présent suivi, ordre de Strahler ≤ 2, bassin versant de 78 à 500 ha.
CEC : Cours d'eau collecteur, d'ordre de Strahler > 2 et un bassin versant de 1 200 à 3 000 ha.

‡ Gamme acceptable pour la vie aquatique selon MABC, 2016.

Source : Hébert, 1997.

€ Source : Hébert et Légaré, 2000.

† Source : Ohio EPA, 2015.

4.5.3 Communautés de poissons — paysage agricole

4.5.3.1 Profil général

L'une des questions du présent suivi était : « Qu'est-ce qui caractérise les communautés de poissons du paysage agricole montérégien? » Pour y répondre, des pêches ont eu lieu dans six PCE et trois CEC répartis dans trois bassins versants différents. Avec un effort total de 14 641 secondes de pêches (244 minutes) et 10 495 m parcourus, 8 595 poissons ont été capturés. Ces derniers sont de 24 espèces différentes et représentent 7 familles et 17 genres (tableau 25). Dans les PCE, les pêches ont permis la capture de 19 espèces différentes, tandis que, dans les CEC, on en a recensé 22. Dans l'ensemble des captures, la famille qui compte le plus grand nombre d'espèces est celle des cyprinidés (11 espèces), suivi par les centrarchidés (4 espèces), puis, *ex aequo*, les percidés et les catostomidés (3 espèces chacune). Finalement, les familles des fondulidés, des gasterosteidés et des umbridés ont été représentées par une espèce chacune (ce qui concorde avec le fait que ces familles comptent peu d'espèces au Québec, soit respectivement deux, cinq et une). Aucune espèce à statut précaire n'a été répertoriée durant le projet et une espèce exotique a été capturée, soit le crapet vert (voir annexe 2 pour les familles).

Bien que la richesse spécifique groupée pour les trois bassins versants soit relativement équivalente entre les PCE et les CEC, l'abondance relative semble pour sa part plus équitablement répartie dans les CEC (tous bassins versants confondus). Dans les CEC, les trois espèces les plus abondantes n'ont représenté que 48,3 % des captures, tandis que, dans les PCE, elles représentent 78,6 % des captures. Les CPUE moyennes sont moins élevées dans les PCE que dans les CEC (respectivement de 0,58 et 0,94 n/sec) (tableau 25).

Tableau 25. Variable de la communauté de poissons, selon la taille des cours d'eau suivis en 2017 et 2019 en Montérégie

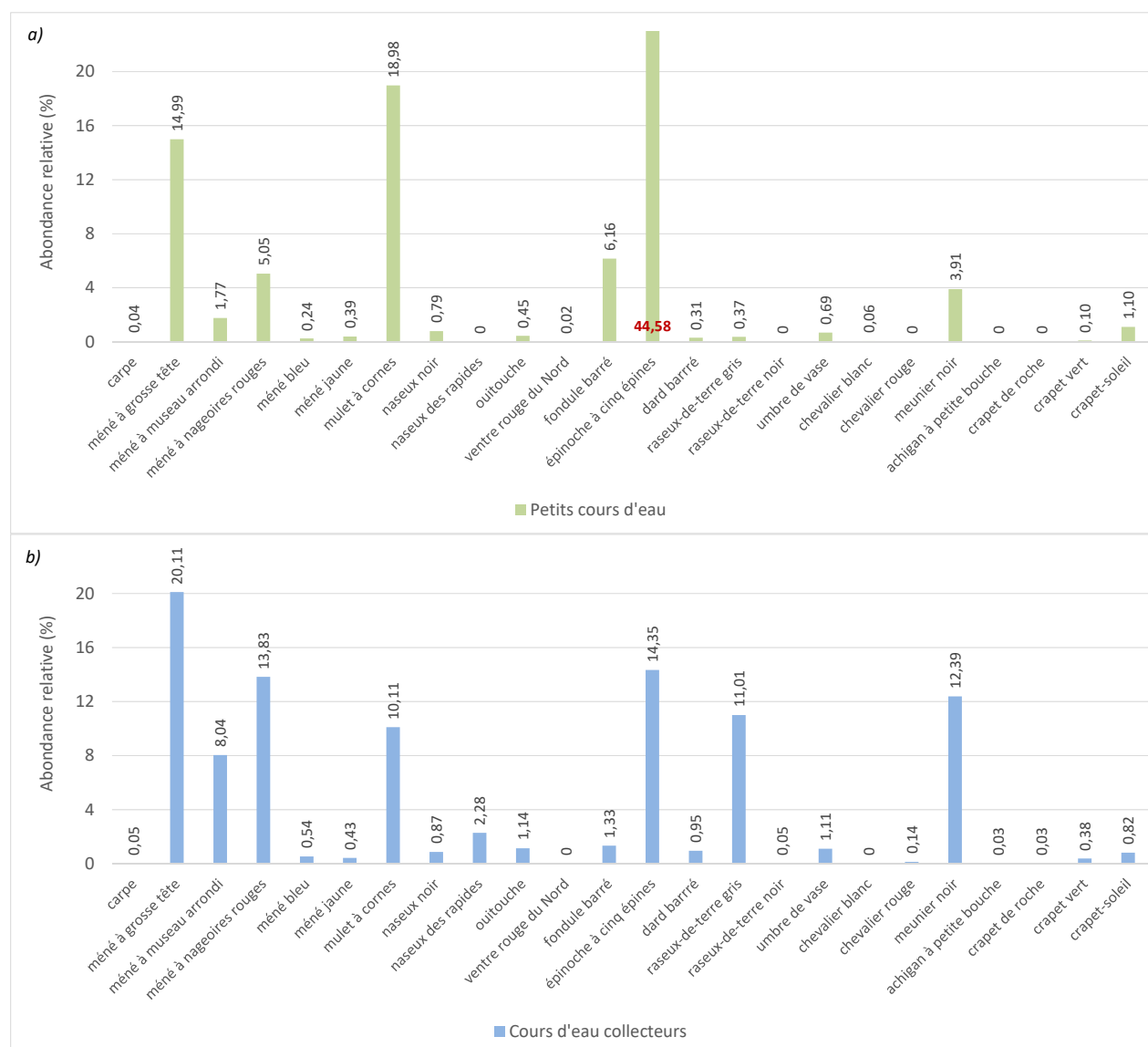
Taille des cours d'eau	Abondance (n ^{bre} d'individus)	Richesse (n ^{bre} d'espèces)	CPUE moyenne (n/sec)	% des 3 principales sp.	N ^{bre} de groupes trophiques	N ^{bre} de types de reproduction	% insecti- vores	% litho- philes	% intolé- rants	% tolé- rants
Petits cours d'eau	4 915	19	0,58	78,6	6	7	59,0	25,3	0	48,2
Cours d'eau collecteurs	3 680	22	0,94	48,3	5	7	46,3	26,1	0	65,8
TOUS	8 595	24	0,65	64,0	7	7	53,6	25,7	0	55,8

La figure 15 illustre les grandes variations d'abondance relative. Dans les PCE, elle a varié de 0,02 % à 44,6 %, avec une moyenne de 5,26 % et une médiane de 0,69 %. Dans les CEC, elle a varié de 0,03 % à 20,1 %, avec une moyenne de 4,55 % et une médiane de 1,03 %. Dans les PCE, les espèces les plus abondantes ont été l'épinoche à cinq épines (44,6 %), le mulot à cornes (19,0 %), le méné à grosse tête (15,0 %), le fondule barré (6,2 %), le méné à nageoires rouges (5,0 %) et le meunier noir (3,9 %). L'abondance relative de chacune des 13 autres espèces a été de moins de 2 %. Dans les CEC, les espèces les plus abondantes ont été le méné à grosse tête (20,1 %), l'épinoche à cinq épines (14,3 %), le méné à nageoires rouges (13,8 %), le meunier noir (12,4 %), le raseux-de-terre gris (11,0 %), le mulot à cornes (10,1 %), le méné à museau arrondi (8,0 %) et le naseux des rapides (2,3 %). Les huit autres représentaient chacune moins de 2 % des captures.

Les PCE et les CEC partagent donc plusieurs espèces dominantes. Cela dit, certaines espèces ne semblent pas remonter dans les PCE, du moins selon les inventaires estivaux, soit le naseux des rapides, le raseux-de-terre gris, le raseux-de-terre noir, le chevalier rouge, l'achigan à petite bouche et le crapet de roche. Mais plus d'inventaires seraient nécessaires pour confirmer si cette observation est significative.

En ce qui a trait à la biologie des espèces, dans les PCE, six des sept groupes trophiques ont été répertoriés, tandis que seulement cinq groupes ont été représentés dans les CEC. Dans les deux tailles de cours d'eau, tous les types de reproduction ont été recensés. Et si l'on examine les proportions des variables retenues (pourcentage d'insectivores, de lithophiles et de tolérants), il n'y a pas de grands écarts entre les PCE et les CEC. Il est intéressant de constater que, dans les PCE, les insectivores, qui sont généralement considérés comme un indicateur d'un milieu de bonne qualité, représentent la majorité des poissons capturés, malgré l'idée préconçue que les PCE sont des milieux dégradés de faible qualité. D'ailleurs, les insectivores sont plus nombreux en proportion dans les PCE que dans les CEC. On remarque aussi que les PCE ont pu abriter des espèces au régime alimentaire plus spécialisé comme les invertivores (représentés par le dard barré), les invertivores-carnivores (représentés par le crapet vert) et les invertivores-planctivores (représentés par le ventre rouge du Nord). Cela dit, autant dans les PCE que les CEC, le reste des captures non insectivores est essentiellement constituée d'omnivores. Tout au plus, les espèces autres qu'omnivores ou insectivores ont représenté 4,4 % des captures. À titre indicatif, dans le fleuve Saint-Laurent, la densité relative moyenne de poissons omnivores varie de 10 à 20 % (La Violette et coll., 2003). En ce qui a trait à la tolérance à la pollution, c'est dans les CEC qu'on a mesuré la plus grande proportion d'individus tolérants (65,8 % contre 48,2 % dans les PCE). Et, finalement, on constate qu'aucune espèce intolérante n'a été capturée au cours du suivi effectué dans la plaine agricole de la Montérégie.

Figure 15. Espèces de poissons et abondance relative selon la taille des cours d'eau suivis en 2017 et 2019 en Montérégie :
(a) petits cours d'eau et (b) cours d'eau collecteurs



Les stades de vie n'ont pas été évalués durant le présent suivi. Toutefois, des signes de reproduction ont été observés de façon opportuniste. Par exemple, en juin 2019, dans le cours d'eau témoin de la MRC de Marguerite-d'Youville, il y avait de nombreuses épinoches à cinq épines gravides ou arborant une robe aux couleurs foncées. Un nid d'épinoche a d'ailleurs été trouvé et contenait des œufs. En outre, durant les différents inventaires qui n'ont pas été systématiquement notés, des ménés à nageoires rouges arboraient les teintes rougeâtres de leurs nageoires, typiques des mâles reproducteurs, et d'autres spécimens de méné à museau arrondi et méné à grosse tête portaient des tubercules nuptiaux.

Quant à l'examen des anomalies externes, il a été réalisé de façon opportuniste. Plusieurs cas de points noirs ont été observés et, plus généralement, chez les naseux. Cela dit, les paramètres notés ne permettent pas une mise en relation directe avec l'état du milieu.

4.5.3.2 Variabilité spatio-temporelle

Le tableau 26 résume la complexité physique de l'habitat mouillé d'avant et d'après les travaux des six PCE suivis avec la réponse de leur communauté ichthyologique. Les cours d'eau sont classés comme des habitats homogènes ou hétérogènes, principalement par l'examen de la hauteur d'eau, de la vitesse du courant et du substrat. Deux cours d'eau sont passés d'hétérogènes à homogènes (Acton, cours bonifié et témoin). La réponse de la communauté de poissons a été une diminution de la richesse, de l'abondance et des CPUE. Un cours d'eau était homogène avant les travaux et est devenu hétérogène après les travaux (Brome-Missisquoi, cours bonifié). Pour celui-ci, les trois variables de la communauté ont été modulées à la hausse. Les autres sont demeurés d'une complexité physique équivalente avant et après les travaux, et la réponse de la communauté de poissons a d'ailleurs varié selon la variable. Cela rappelle que, outre les interventions dans les cours d'eau et les mesures prises, d'autres facteurs extrinsèques peuvent influencer sur la communauté ichthyologique (p. ex., météo, épandages de pesticides, etc.).

Tableau 26. Complexité physique du chenal d'écoulement avant et après les travaux (hétérogène vs homogène) et modulation de trois variables de la communauté de poissons (richesse, abondance, CPUE)

MRC	Type	A subi une intervention de 2017 à 2019	Complexité physique du chenal d'écoulement		Variation de la communauté de poissons de 2017 à 2019		
			En 2017 (avant intervention)	En 2019 (après intervention)	Richesse	Abondance	CPUE
Acton	Bonifié	Oui	Hétérogène	Homogène [†]	↓	↓	↓
	Témoin	Oui	Hétérogène	Homogène	↓	↓	↓
Brome-Missisquoi	Bonifié	Oui	Homogène [¢]	Hétérogène	↑	↑	↑
	Témoin	Non	Hétérogène	Hétérogène	↓	≈	≈
Marguerite-d'Youville	Bonifié	Oui	Homogène	Homogène [‡]	↓	↑	≈
	Témoin	Non	Homogène	Homogène	↓	↓	≈

† Considéré comme homogène malgré les bonifications, car la bonification consistait à mettre en place des épis et des arbustes, parallèlement à un recalibrage de type chenalisation. Au moment du suivi de 2019, il y avait peu d'eau et les épis n'ont pas montré d'influence sur l'écoulement. Également, les arbustes étaient encore de petite taille, équivalant à la végétation herbacée en place.

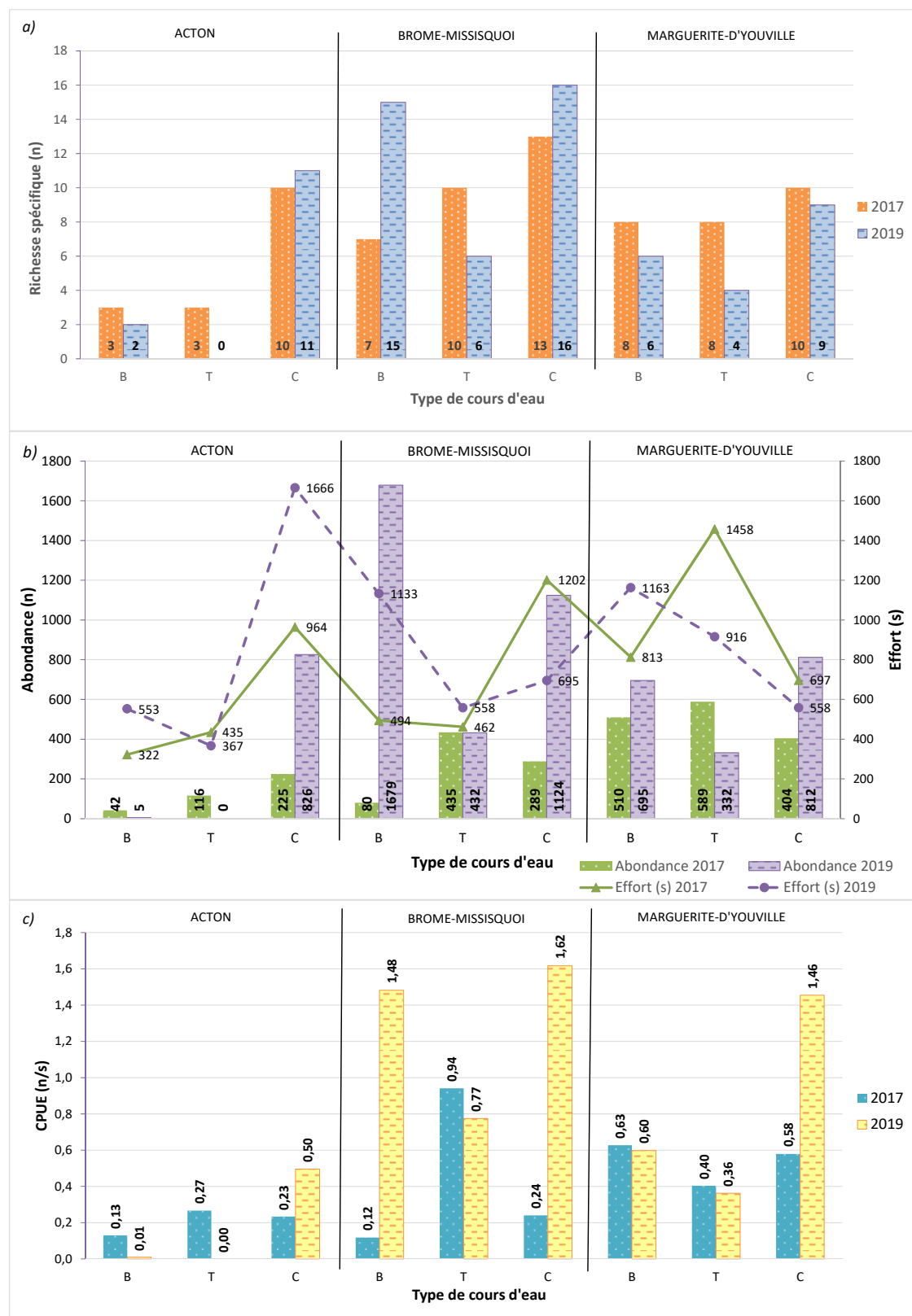
¢ Considéré comme homogène, car mises à part une ou deux petites zones induisant une touche d'hétérogénéité (zones d'« eau libre » grâce au couvert ombragé procuré par des arbres ou des arbustes), la presque totalité du chenal était similaire, envahie de végétation.

‡ Considéré comme homogène malgré les bonifications, car la bonification consistait en des plantations d'arbustes et installation d'abris de courant. Au moment du suivi de 2019, les arbustes étaient encore de petite taille (équivalant à la végétation herbacée en place), les abris de courant n'avaient pas été installés et le lit avait quant à lui été curé pour un retour à un profil chenalisé.

La figure 16 reprend des chiffres déjà présentés précédemment dans la section traitant de chaque bassin versant, individuellement. Elle permet de mettre en perspective la disparité spatio-temporelle de la richesse spécifique, de l'abondance et du succès de capture (CPUE). Il est à noter que l'abondance est présentée à titre qualitatif et permet de constater que les PCE abritent un nombre non négligeable de poissons, car elle est largement influencée par la technique d'échantillonnage, l'effort d'échantillonnage, les conditions météorologiques et les variations naturelles dans le temps (p. ex., migrations).

Fait à mentionner, car il ne transparaît pas dans les chiffres, les ponceaux et leurs fosses ont systématiquement donné lieu à une grande proportion des captures.

Figure 16. Richesse spécifique en (a), abondance en (b) et capture par unité d'effort (CPUE) en (c), et selon les types de cours d'eau échantillonnés (B : bonifié, T : témoin, C : collecteur), la MRC et l'année de suivi



5 Discussion

5.1 Communautés de poissons du paysage agricole montréalais

Le premier objectif du suivi, soit de mieux connaître les communautés de poissons des PCE de la Montérégie et leur singularité par rapport aux cours d'eau de gabarit plus important, a bien été atteint. Les variables permettant d'évaluer les trois grandes catégories de regroupements ont été examinées, soit la richesse spécifique et la composition, l'abondance et la condition, la composition trophique.

5.1.1 Richesse spécifique et composition

Dans les trois bassins versants suivis, 19 espèces de poissons ont été recensées dans les PCE (soit trois cours d'eau bonifiés et trois cours d'eau témoins) et 22 espèces dans trois cours d'eau collecteurs (soit des cours d'eau de « gabarit moyen », au bassin versant de 1 200 à 3 000 ha). Deux espèces ont été trouvées que dans les PCE et cinq que dans les CEC. Ainsi, la plupart des espèces sont communes aux deux tailles de cours d'eau. Le tout concorde avec deux idées présentées dans la littérature, soit que les collecteurs constituent un bassin de recolonisation pour les PCE et que les PCE sont caractérisés par une communauté qui leur est particulière (D'Ambrosio et coll., 2014). À titre d'exemple, le dard barré, qui a été capturé dans deux PCE et deux CEC, n'a fait l'objet que de deux mentions dans toute l'histoire de Réseau de suivi ichtyologique, un grand programme d'inventaire ichtyologique mené par le MFFP sur près de 2 000 stations de seine en 25 ans (Yves Paradis, comm. pers.). Le tout illustre que les petits cours d'eau hébergent des espèces uniques et différent des habitats offerts par le fleuve Saint-Laurent et ses grands tributaires.

En ce qui a trait à la richesse spécifique, elle a varié de 2 à 15 espèces dans les PCE pour une moyenne de 6 espèces (exception faite de l'absence de captures dans le cours témoin d'Acton fraîchement recalibré en 2019). Ces résultats sont conformes aux valeurs attendues dans les PCE. Par exemple, durant les suivis dans des habitats similaires réalisés de 1978 à 2001, l'Ohio EPA avait relevé en moyenne deux à six espèces dans les PCE (Ohio EPA, 2002). Dans les CEC, la richesse a varié de 9 à 16 espèces. À titre indicatif, selon les pêches effectuées dans le cadre du réseau de suivi ichtyologique du MFFP dans le fleuve Saint-Laurent, les segments du lac Saint-Louis et de l'archipel du lac Saint-Pierre sont généralement ceux qui affichent le plus grand nombre d'espèces, tandis que le segment du lac Saint-François est considéré comme présentant une faible richesse spécifique dans le contexte du Saint-Laurent. Dans le segment du lac Saint-Pierre, de 23 à 38 espèces ont été dénombrées et, dans le segment du lac Saint-François, de 14 à 21 espèces ont été recensées, selon la station (La Violette et coll., 2003). Ainsi, les PCE et les CEC semblent soutenir une variété d'espèces non négligeable. Rappelons par ailleurs que les suivis, autant en 2017 qu'en 2019, se sont déroulés au cours d'étés recevant des précipitations en deçà des moyennes historiques. Sachant que les PCE sont fortement influencés par les variations des conditions locales (p. ex., faibles précipitations) (Meyer et coll., 2007), le tout témoigne de la capacité de soutien des PCE du paysage agricole et de l'ampleur non négligeable de leur rôle dans la biodiversité, malgré une dégradation du milieu et des conditions souvent adverses.

Durant tout le suivi, aucune espèce à statut précaire n'a été capturée. Trois espèces d'intérêt sportif ont été collectées, soit le crapet de roche (CEC : n = 1), l'achigan à petite bouche (CEC : n = 1) et le crapet-soleil (CEC : n = 28, PCE : n = 54). Finalement, une espèce exotique a été identifiée, soit le crapet vert, dans le bassin versant de Brome-Missisquoi (CEC : n = 14, PCE : n = 5).

On observe des abondances relatives de captures très variables d'un cours d'eau à l'autre. Dans les PCE comme dans les CEC, c'est un nombre limité d'espèces qui constitue l'essentiel des communautés, mais cette tendance est plus prononcée dans les PCE. Selon le bassin versant, les trois espèces les plus abondantes dans les PCE représentaient à elles seules 84,2 à 100 % des captures (à l'exception du cours d'eau bonifié après intervention de la MRC Brome-Missisquoi où elles ont représenté 68,9 % des captures). Dans les CEC, cette proportion a varié de 55,2 à 83,3 %. Les CEC présentent une certaine complexité physique d'habitat et celle-ci s'accompagne d'une plus grande diversité de poissons, ce qui appuie l'idée qu'une hétérogénéité ou complexité d'habitat est favorable pour la biodiversité. Le cas du cours d'eau bonifié de la MRC Brome-Missisquoi, réaménagé en chenal à deux niveaux, vient d'ailleurs appuyer l'idée que les PCE aussi ont la capacité de soutenir une communauté de poissons riche, et ce, dès que leur chenal offre une complexité physique. Les cours d'eau simplifiés par la chenalisation ont, selon toute vraisemblance, une productivité biologique inférieure à leur potentiel.

La richesse spécifique des PCE demeure remarquable considérant les conditions physiques relativement peu hétérogènes et le faible nombre de refuges tels que les abris et les fosses que ces derniers comportent. Les richesses spécifiques et les CPUE les plus faibles ont été mesurées dans les cours d'eau, bonifié et témoin, de la MRC d'Acton. Ces derniers étaient ceux dont le bassin versant était le plus petit, dans lesquels peu d'eau s'écoulait et dont l'habitat mouillé n'offrait pas ou très peu de qualité. En contrepartie, la plus grande richesse a été mesurée dans le cours d'eau bonifié de la MRC Brome-Missisquoi après intervention. Le concept de bonification, de type « chenal à deux niveaux », impliquait donc la réduction du lit mineur (soit la réduction de la largeur et de la profondeur pour l'adapter au débit estival médian) et l'élargissement du lit moyen offrant ainsi une plaine inondable à même le chenal. Le lit mineur a aussi été agrémenté d'aménagements augmentant la qualité de l'habitat mouillé (p. ex., fosses, plantations). Le lit mineur ayant été rétréci, le volume d'eau a en quelque sorte augmenté à cause de la concentration de l'écoulement en hauteur plutôt qu'en une mince lame étalée. Ainsi, il semble qu'on puisse avoir une influence positive sur la communauté de poissons en favorisant l'abondance de l'eau, en conservant une connectivité avec des surfaces inondables et en procurant une qualité de l'habitat mouillé, trois facteurs sur lesquels il est possible d'influer lors de la conception d'une intervention dans un cours d'eau. Selon Smiley et coll. (2008) et D'Ambrosio et coll. (2014), les paramètres physiques influeraient davantage sur la communauté de poissons que les paramètres chimiques (qualité de l'eau) ou que la bande riveraine. À propos de la bande riveraine, Smiley et coll. (2008) indiquent que sa qualité (notamment sa contribution en débris ligneux) semble plus importante que sa simple largeur. Quant à D'Ambrosio et coll. (2014), ils ciblent plus spécialement la taille du cours d'eau, la présence d'eau, le lien avec une plaine inondable et la qualité de l'habitat mouillé comme principaux facteurs influant sur la communauté de poissons. Les résultats du présent suivi concordent avec ces positions.

5.1.2 Abondance et condition

Une perception qu'on entend sur le terrain est que les petits cours d'eau abritent peu ou pas de poissons. En 2017, de 42 à 589 individus ont été collectés selon le cours d'eau suivi. Et en 2019, mis à part l'absence de poissons dans le cours d'eau témoin de la MRC d'Acton (à cause de l'intervention récente et le manque d'eau), de 332 à 1 679 poissons ont été capturés. Le tout demeure surprenant considérant que, durant des échantillonnages, les conditions générales des PCE sont souvent apparues comme étant peu propices à la vie aquatique (p. ex., très peu d'eau, fort envasement, paramètres physicochimiques ne respectant pas les critères de qualité pour la protection de la vie aquatique, etc.) et, malgré tout, des poissons y vivaient en nombre appréciable.

L'effort de pêche a grandement varié d'une station à l'autre à cause des conditions *in situ* (p. ex., variété de microhabitats et de macrohabitats, profondeur d'eau parfois insuffisante pour

immerger l'anode, obstacles à la pêche [p. ex., trame serrée d'aulnes ou de phragmites]). Malgré des conditions de pêche souvent ardues dans les PCE, il en ressort que, lorsque rapportées en captures par unité d'effort, les valeurs des PCE varient dans une gamme équivalente à celle des CEC (PCE : [0,01;1,48 n/s], CEC : [0,23;1,62 n/s]). Même les pêches dans les PCE ont donné lieu, à plusieurs reprises, à des CPUE plus élevées que dans les cours collecteurs, ce qui témoigne du potentiel de contribution des PCE à la productivité de l'écosystème aquatique. À titre indicatif, des pêches réalisées dans le ruisseau Bibeau (dont l'exutoire est situé dans la municipalité de Berthierville, Québec), un cours d'eau d'un bassin versant de 1 760 ha occupé à 75 % par les cultures, les pêches ont engendré une CPUE moyenne de 0,71 n/sec (variant de 0,21 à 2,02) (Théberge et coll., 2008b). Et, dans le ruisseau Vacher (exutoire dans la municipalité de L'Assomption, Québec), un cours d'eau d'un bassin versant de 6 920 ha occupé à 62 % par les cultures, la CPUE a varié de 0,01 à 0,22 n/sec (Théberge et Côté, 2008a). Dans les PCE du présent suivi, les refuges hydriques ont selon toute vraisemblance joué un rôle non négligeable dans le succès de captures. En effet, une grande proportion des captures a été réalisée dans les fosses, qu'elles soient naturelles (formées par les processus fluviaux) ou artificielles (associées aux ponceaux). Klein et coll. (2013) l'avaient aussi constaté.

Aucune espèce jugée sensible à la pollution n'a été recensée durant le suivi, ce qui indique un certain degré de dégradation de l'intégrité biotique. Les espèces collectées, tous cours d'eau confondus, étaient soit de tolérance intermédiaire à la pollution, soit tolérantes. Les espèces tolérantes ont représenté 11,2 % à 88,5 % des espèces dans les PCE et 40,5 % à 73,1 % dans les CEC. Dans les PCE, aucune tendance nette n'a pu être dégagée. Par exemple, la proportion d'espèces tolérantes était élevée (2017 : 88,5 % et 2019 : 82,4 %) dans le cours d'eau témoin de la MRC Brome-Missisquoi qui offre pourtant une certaine qualité physique d'habitat (en voie de renaturalisation) et où les relevés physicochimiques indiquaient une saturation en oxygène et une conductivité dans les normes attendues. Aussi, la proportion d'espèces tolérantes la plus faible a été mesurée dans le cours bonifié avant intervention de la MRC de Marguerite-d'Youville (11,5 %), alors que la saturation en oxygène et la conductivité n'ont souvent pas correspondu aux valeurs normales, que l'habitat était de piètre qualité et fortement envasé. D'ailleurs, à la suite de l'intervention dans le cours bonifié, la proportion d'espèces tolérantes a atteint 74,8 %. La tolérance des individus à la pollution n'apparaît pas comme un indicateur probant pour évaluer la qualité physique de l'habitat des PCE du milieu agricole. Peut-être faudrait-il se référer à des données de qualité de l'eau. D'ailleurs, les paramètres physicochimiques mesurés dans le cadre du présent suivi ne montraient pas d'amélioration liée aux interventions. La présence d'espèces intolérantes s'avérerait potentiellement plus révélatrice, bien qu'elle risque d'être inusitée dans les cours d'eau à forte influence agricole. Un examen des espèces intolérantes dans des PCE et des CEC non perturbés pourrait valider cette hypothèse. Toutefois, ces sites sont rares, voire peut-être inexistantes en Montérégie où les cours d'eau subissent d'importantes pressions anthropiques.

Dans le cadre de ce suivi, les maladies, les tumeurs et les parasites n'ont pas été examinés systématiquement. Bien que ce paramètre informe sur la condition de la communauté, la fréquence et la gravité des observations n'ont pas soulevé de préoccupations majeures.

5.1.3 Composition trophique et type de reproduction

Les variables retenues ici pour décrire la communauté de poissons étaient celles apparaissant les plus pertinentes parmi celles utilisées classiquement dans les indices d'intégrité biotique. Ils ont toutefois donné, dans plusieurs cas, des indications difficiles à interpréter pour statuer d'une amélioration ou d'une dégradation de la communauté de poissons.

En ce qui concerne le groupe trophique, dans les PCE, six niveaux ont été représentés, alors qu'on parle de cinq, tous CEC confondus. Jusqu'à quatre niveaux ont été notés dans un même PCE. Durant

tout le suivi, sept différents groupes trophiques ont été répertoriés. Généralement, il est considéré qu'une diminution de l'abondance relative de cyprinidés insectivores reflète une dégradation de la qualité de l'eau ou de l'habitat à cause de facteurs tels que la pollution urbaine ou agricole (Karr et coll., 1986; La Violette, 1999). Par ailleurs, la forte proportion d'omnivores dénoterait aussi un habitat dégradé. Ici, les insectivores et les omnivores ont représenté plus de 95,5 % des captures, tous cours d'eau confondus. Les insectivores ont varié de 12,2 % à 92,0 % dans les PCE et de 33,9 % à 66,2 % dans les CEC. Donc, même dans des cours d'eau considérés typiquement comme fortement dégradés, les insectivores y étaient en grande proportion. Et dans le seul PCE en voie de renaturation, dans lequel il y avait beaucoup de débris ligneux (considérés comme favorisant la présence d'insectes) et peu de sédimentation ou de colmatage, les insectivores n'ont représenté que 12,2 % des captures en 2017 et 26,2 % en 2019. La proportion des insectivores n'est pas apparue comme un indicateur robuste de la qualité de l'habitat dans le cadre de ce suivi. C'est en accord avec les résultats présentés par D'Ambrosio et coll. (2014) qui rapportent que, dans la majorité des sites suivis dans le cadre de leurs études dans les petits cours d'eau du Midwest américain, les espèces dominantes étaient des insectivores benthiques et des omnivores. Selon eux, les insectivores généralistes dominent des environnements hautement variables, dont les PCE ou les cours d'eau hautement modifiés du paysage agricole. Donc, à la lumière du présent suivi, il est suggéré de ne pas se baser sur la proportion d'insectivores pour évaluer le bon état de la communauté de poissons des PCE. L'examen de la proportion des espèces autres qu'insectivore ou omnivore pourrait s'avérer plus révélateur. D'autres investigations devraient être réalisées pour valider cette hypothèse.

Quant au type de reproduction, sans tenir compte de la station sans capture, on a recensé deux à sept différents types de reproduction dans les PCE. La présence d'espèces lithophiles est considérée comme un indicateur de milieu en bon état, offrant un substrat propre, exempt de particules fines. Il était donc attendu que leur proportion augmente à la suite des travaux, mais cela n'est arrivé dans aucun des cours d'eau (sauf dans le cours bonifié de la MRC d'Acton où la proportion s'appuie sur seulement cinq individus). La proportion de lithophiles a varié de 0 à 83,4 % dans les PCE. C'est dans le cours témoin de Brome-Missisquoi que se trouvent les plus grandes proportions (2017 : 83,4 % et 2019 : 79,9 %). Ce cours d'eau est en voie de renaturation et son substrat comportait peu, voire pas d'argile. À l'opposé, dans la MRC de Marguerite-d'Youville, la proportion de lithophiles n'a pas dépassé 1,3 %, ce qui concorde avec l'ampleur de l'envasement observé. Cela dit, cette variable n'a pas fluctué à la hausse à la bonification du cours de la MRC Brome-Missisquoi, bien que toutes les autres variables aient réagi positivement. De plus, on observe des variations notables de cette variable même en l'absence de travaux (c'est le cas dans tous les CEC). Ainsi, l'examen du groupe des lithophiles ne semble pas être une variable adaptée pour évaluer la qualité de l'habitat des PCE remaniés à des fins agricoles.

Le présent suivi montre que, même dans des conditions adverses, les PCE abritent du poisson. Cela témoigne, fort heureusement, d'une certaine capacité de l'écosystème à se restaurer de lui-même, dans la mesure où les conditions le permettent. Les PCE peuvent être fréquentés par des communautés variables, de peu diversifiée à aussi diversifiée que dans des cours d'eau de plus grand gabarit. Les variables utilisées ici pour évaluer l'état de la communauté de poissons n'ont pas renvoyé de message clair et sans équivoque. Mais il demeure que, dans le cas du cours bonifié de la MRC Brome-Missisquoi, où une amélioration tangible de l'habitat a été apportée, les variables ont réagi de façon cohérente, d'où l'importance d'examiner plusieurs variables. Mais le recours à une analyse multimétrique ou à un indice d'intégrité biotique n'apparaît pas approprié pour statuer de la qualité et de la valeur des PCE. L'Ohio EPA a étudié les PCE et estime que les indices typiques d'intégrité biotique pour le poisson ne sont pas suffisants pour évaluer l'intégrité écologique de ces derniers. Les PCE obtiendront presque toujours un faible score. Néanmoins, selon leurs travaux, beaucoup plus exhaustifs que ce qui a été fait au Québec, les PCE jouent un rôle essentiel dans l'écosystème et doivent bénéficier d'une protection adaptée. L'état des petits cours d'eau est tributaire de celui des plus

grands. Si l'on souhaite offrir aux PCE du Québec une protection adaptée, il y a donc une réflexion importante à faire quant à l'approche la plus appropriée pour y arriver.

5.2 Effets des travaux

Le second objectif du présent suivi était d'examiner l'effet de différents types d'interventions effectuées dans les cours d'eau (traditionnelles et bonifiées) sur la communauté de poissons et sur la qualité physique du cours d'eau en tant qu'habitat du poisson. Le suivi d'après intervention, réalisé en 2019, devait théoriquement avoir lieu deux ans après l'exécution des travaux et des bonifications. Mais des aléas ont modifié certains calendriers de réalisation. Ces changements ont toutefois permis de suivre les changements provoqués au fil du temps par les interventions. Ensuite, partant de l'hypothèse qu'un habitat hétérogène soutient une communauté de poissons en meilleur état qu'un cours d'eau homogène, il est intéressant d'examiner comment la communauté de poissons a réagi aux travaux selon qu'ils ont accru ou réduit la complexité physique du cours d'eau.

5.2.1 *Réponse à court terme de l'état physique et de la communauté de poissons*

Dans la même année que les travaux, un cas s'est présenté, soit le cours d'eau témoin de la MRC d'Acton, où un recalibrage complet du fond et des berges, de type canal trapézoïdal, a eu lieu à la fin de mai 2019. Quant à l'évolution physique du cours, trois semaines après l'intervention, la reprise de la végétation herbacée était presque nulle. Après neuf semaines, les berges étaient bien recouvertes de végétation herbacée. En revanche, le chenal d'écoulement est demeuré plus visiblement transformé par le curage. Le cours d'eau était pratiquement asséché et l'eau, lorsqu'il y en avait, était étalée en une lame large et de très faible hauteur. Il était exempt de structures physiques propices au poisson; les abris mouillés avaient disparu et il ne restait peu, voire aucune fosse ou aucun refuge hydrique. Dans la section aval non curée, un chenal étroit et fortement encaissé (jusqu'à 1,0 m) supposait une réaction d'incision. Dans ce cours d'eau, les pêches ont eu lieu environ 2 semaines et 16 semaines après les travaux. Aucun poisson n'a été capturé, même dans la section aval non touchée directement par les travaux. La perte de productivité est probablement expliquée en grande partie par la simplification du chenal d'écoulement et par son assèchement. Ainsi, dans l'année même des travaux, la productivité ichtyologique du milieu peut être grandement perturbée, voire nulle, ce qui reflète, selon toute vraisemblance, les conséquences sur la biodiversité à plus large échelle.

Un an après les travaux, un cas a permis d'examiner l'évolution physique du cours d'eau, soit le cours bonifié de la MRC Brome-Missisquoi. La reprise de la végétation herbacée semblait presque complète (à l'exception de sections localisées où le talus s'était décroché). Après son premier printemps, le chenal d'écoulement affichait des signes ponctuels de réajustements (érosion) du petit chenal. Un peu de sédimentation a été observée, elle s'était produite essentiellement dans la section aval où une fosse favorise le processus de sédimentation. Dans certaines sections, l'eau s'étalait en une mince lame, mais une bonne partie du cours d'eau réaménagé concentrait l'eau qui offrait ainsi une hauteur et une largeur intéressantes pour le poisson, même durant l'étiage. De plus, l'aménagement, de type chenal à deux niveaux, a permis, dès la première année, le développement d'une hétérogénéité des vitesses de courant, des hauteurs d'eau et de la taille de substrat. C'est d'ailleurs le cours bonifié de la MRC Brome-Missisquoi qui a affiché la plus grande richesse et le plus grand succès de capture du suivi, tous PCE confondus. Il a même surpassé les résultats obtenus dans son témoin hétérogène (en voie de renaturalisation). Ainsi, aussi peu qu'un an après les travaux, il est possible de retrouver une productivité équivalente, voire surpassant celle préexistante. D'autres suivis seraient souhaitables pour confirmer que cette constatation se maintient dans le temps. Cela dit, le chenal à deux niveaux a déjà fait ses preuves ailleurs, notamment dans le Midwest américain. Dans le cas de curages typiques, toutefois, un suivi réalisé dans deux cours d'eau de la Montérégie avait montré que, un an après les

travaux, la densité et la richesse de la communauté de poissons demeuraient inférieures aux résultats antérieurs à l'intervention (Klein et coll., 2013; non publié).

Deux ans après les travaux, deux cas ont pu être suivis, soit les cours bonifiés des MRC d'Acton et de Marguerite-d'Youville. Dans ces deux cas, la bonification n'a pas engendré d'hétérogénéité fonctionnelle dans le chenal d'écoulement. Ainsi, en ce qui a trait à l'habitat mouillé, ces travaux bonifiés s'apparentaient plutôt à des curages. Dans le cours bonifié de la MRC d'Acton, la reprise de la végétation herbacée était complète, mais les talus affichaient des marques d'érosion (décrochement de talus; voir photo en annexe). L'aval du tronçon suivi semblait plus dramatiquement incisé que durant le suivi d'avant les travaux. Le chenal comportait peu d'eau et celle-ci était essentiellement étalée en une mince lame. Il n'y avait aucun abri ni refuge hydrique. Le curage a contribué à l'évacuation de l'eau, en conséquence, les épis (bonifications) semblaient sous-dimensionnés pour avoir l'effet escompté de diversification sur l'écoulement estival médian. Les arbustes sur le pourtour des épis, encore immatures, ne procuraient pas d'ombrage. Seuls cinq poissons y ont été pêchés en 2019. Dans le cours bonifié de la MRC de Marguerite-d'Youville, la caractérisation physique était similaire (bonne reprise végétale, eau étalée en une mince lame, aucun abri ou refuge). De plus, ici, l'accumulation de vase était toute aussi généralisée et de même ampleur qu'en 2017, suggérant que le simple retour à la géométrie d'aménagement d'origine s'est attaqué aux symptômes et non aux causes. La richesse spécifique est passée de huit espèces en 2017 à six en 2019. Cela dit, elle a aussi diminué dans le cours témoin (passant de huit à quatre), ce qui pourrait indiquer que des facteurs non notés ont influencé cette baisse de richesse. Dans le cours bonifié de la MRC de Marguerite-d'Youville, le succès de capture deux ans après l'intervention a été analogue aux résultats d'avant l'intervention. Ainsi, dans ces deux cas où les travaux ont simplifié le chenal d'écoulement, deux ans après ceux-ci, on observe deux résultats différents. Dans la MRC d'Acton, la presque absence de poissons indique que la communauté de poissons subissait encore les effets de l'intervention récente, tandis que, dans la MRC de Marguerite-d'Youville, la communauté était revenue à une abondance relative et à une richesse comparable à celle d'avant.

Le cours d'eau témoin de la MRC de Marguerite-d'Youville a pour sa part été suivi deux et quatre ans après des travaux de curage traditionnel, mais on ne dispose pas de portrait d'avant l'intervention, puisqu'il a été curé en 2015, avant le début du présent suivi. En 2017 et en 2019, la végétation herbacée couvrait bien les berges. Mais en 2019, un certain nombre de marques d'érosion a été relevé (essentiellement des décrochements de talus et des terriers de rat musqué). Aussi, durant le relevé du 22 août 2019, l'herbe du replat du talus était jaunie, probablement à cause d'un épandage d'herbicide. Quant au chenal, le fond était recouvert d'eau sur toute la largeur, sauf en août 2019 qui a connu un important étiage, limitant la zone mouillée à un filet étroit et mince au centre du cours d'eau. Les ponceaux avaient creusé de petites fosses notées en 2017, mais, selon toutes vraisemblances, elles s'étaient remplies en 2019. Le milieu n'offrait pas d'abris mouillés outre la végétation aquatique abondante. Le fond était homogène, couvert d'une vase molle sur 10 à 30 cm de profondeur. En somme, la géométrie de ce cours d'eau semble propice à l'accumulation de vase. Le présent suivi ne permet pas de statuer d'où proviennent les sédiments fins, mais ils semblent s'accumuler rapidement, indiquant de nouveau qu'une intervention se limitant à traiter les symptômes (retirer les sédiments accumulés) est vouée à des interventions récurrentes. Ce cours d'eau apparaît comme un candidat pour lequel il serait intéressant d'évaluer une reconfiguration de la géométrie du chenal et de réduire les apports en particules fines. En ce qui concerne la communauté de poissons, la richesse était passée de huit à quatre espèces. Les CPUE ont pour leur part été équivalentes durant les deux années. La variabilité des résultats de 2017 à 2019 rappelle que d'autres facteurs, dont on n'a pas tenu compte ici, peuvent influencer la communauté de poissons (p. ex., variabilité des paramètres physicochimiques dans les jours précédant les suivis, calendrier des épandages au champ, événements météorologiques, barrages de castors, etc.).

5.2.2 Complexité physique vs communauté de poissons

Dans le présent suivi, le passage d'un habitat homogène à un habitat hétérogène a engendré une réaction positive de la richesse, de l'abondance et des captures par unité d'effort. *A contrario*, le passage d'un habitat hétérogène à un habitat homogène a engendré une réponse négative des trois variables de la communauté retenues. Bien que cette constatation s'appuie sur un faible échantillonnage, il suggère qu'il est prometteur, lors de la conception des interventions dans les cours d'eau, de considérer l'introduction d'une hétérogénéité dans le chenal d'écoulement de cours d'eau homogènes. Le gain pour le poisson apparaît même être tangible dès l'année suivant les travaux. L'ampleur du succès dépendra selon toute vraisemblance de l'ampleur de la bonification du chenal et de sa pérennité. L'approche du chenal à deux niveaux suivie ici a produit des résultats très positifs sur la communauté de poissons. Cette approche joue sur l'hétérogénéité du cours d'eau (hauteur d'eau, vitesse du courant et substrat) et concentre l'écoulement en période de faible débit, ce qui est apparu bénéfique pour le poisson malgré l'étiage subi. Mais le chenal à deux niveaux ne sera pas une solution adaptée à tous les sites. D'autres approches gagneraient à être mises à l'essai. En outre, plus de suivis seraient nécessaires pour évaluer si les interventions doivent introduire de l'hétérogénéité à même le chenal mouillé pour avoir un effet positif mesurable sur la communauté de poissons. Aussi, doivent-elles être réalisées sur une longue distance ou est-ce que des bonifications ponctuelles seraient suffisantes? Par exemple, est-ce que le maintien ou l'aménagement de fosses ponctuelles pourrait améliorer les indicateurs de la communauté? Déjà, le présent suivi a permis de constater que les fosses, même artificielles, sont prisées par le poisson et lui procure des refuges. Également, les abords de ponceaux, lorsqu'ils sont pourvus de pierres plates et irrégulières, offrent des cachettes et sont un autre exemple de structure ponctuelle prisée par le poisson. Et sur de plus grandes distances, est-ce que la simple préservation des sinuosités du thalweg, lorsqu'il est observable, pourrait donner des résultats positifs? Diverses autres suggestions ont été présentées à la section 3.1 (Choix des sites), mais n'ont pas été testées. Bref, le concept d'entretien, de nettoyage ou de curage, selon qu'on préfère l'appeler, va à l'encontre de la préservation de l'hétérogénéité du cours d'eau. Même l'approche du tiers inférieur, souvent présentée comme une approche moins agressive, vient simplifier radicalement l'habitat et crée une pression d'assèchement sur le cours d'eau. Mais les présents résultats suggèrent qu'il y a un intérêt, au moins pour le poisson et son habitat, à mettre à l'essai des approches favorisant l'hétérogénéité ainsi qu'à mieux comprendre les clés du succès afin d'optimiser les retombées des investissements consentis pour la réhabilitation du cours d'eau. Il n'existe probablement pas de solution universelle pour réhabiliter les cours d'eau. Le choix des approches doit notamment être fait en tenant compte des dysfonctionnements observés (problèmes d'érosion, problèmes de sédimentation) et en travaillant sur les causes de ces derniers pour favoriser la pérennité des interventions et la résilience des cours d'eau.

5.3 Bonifications : études de cas et apprentissages

Le troisième objectif du présent suivi était de présenter les apprentissages ressortant de la mise à l'essai des différents types de bonifications. Différentes constatations ressortent selon les trois sites bonifiés couverts par ce suivi, et des recommandations en sont dégagées.

Les épis — cas MRC d'Acton

Constatations

Deux ans après les travaux, les épis n'ont pas eu d'effets positifs mesurables sur la communauté de poissons. Leur effet dépend de leur ampleur et de la dynamique du cours d'eau (énergie). Or, il pourrait y avoir eu défaillance sur ces deux plans. En ce qui a trait à l'ampleur, les épis ont semblé sous-dimensionnés et trop peu nombreux. Ils devaient théoriquement s'avancer de 300 mm sur le fond du lit, mais durant les visites sur le terrain, on a constaté que plusieurs s'avançaient moins loin sur le

fond du cours d'eau que ce qui avait été prévu. Ensuite, ils ne sont pas apparus suffisamment nombreux pour influencer l'écoulement en période hors crue. Les épis paraissent trop distancés les uns des autres pour dynamiser le cours d'eau, sauf au passage ponctuel de ces derniers. Par ailleurs, le cours d'eau comportait très peu d'eau après le curage et le recalibrage réalisés parallèlement aux bonifications (élargissement du fond de 900 à 1 200 mm). L'amélioration de la capacité d'évacuation et la petite taille du bassin versant pourraient être en cause. Il ressort également de la constatation que les petits bassins versants sont plus sujets aux aléas des conditions météorologiques. En ce qui a trait à la dynamique du cours d'eau, on sait que la pente longitudinale de 0,51 % était suffisamment forte pour produire de l'incision en aval. Le débit de récurrence de 10 ans a été évalué à 0,6 m³/sec et le bassin versant drainé est de 74 ha. Plus d'investigations seraient nécessaires pour déterminer si c'est la dynamique du cours d'eau qui explique l'absence d'améliorations tangibles, un défaut de conception, un défaut de réalisation ou une combinaison de ces derniers. Un suivi subséquent permettrait de voir l'évolution du projet et d'estimer l'effet des plantations compagnes une fois celles-ci plus matures.

Recommandations

Selon la littérature (p. ex., Agence de l'eau Rhin-Meuse, 2010; Agence de l'eau Seine-Normandie, 2007), les épis sont un outil au potentiel efficace pour diversifier l'écoulement. Mais sur des cours d'eau de très faible puissance, les effets induits par les épis sur la hauteur d'eau à l'étiage et l'homogénéisation des faciès sont moins marqués et consistent essentiellement à offrir des cachettes et des abris au poisson (Agence de l'eau Seine-Normandie, 2007). Ainsi, pour favoriser l'efficacité de projets impliquant des épis et des plantations, on retient du présent suivi les pistes d'améliorations suivantes :

- Confirmer préalablement que les débits de référence utilisés pour calibrer les ouvrages sont justes (représentatifs de la réalité locale) et adéquats (c'est-à-dire tenant compte du fait que l'on cherche à améliorer l'habitat pour le débit médian estival plutôt que pour les débits de crue);
- Préciser si des seuils minimums doivent être établis dans la priorisation des sites pour lesquels déployer un suivi, par exemple :
 - Est-ce qu'une taille minimale de bassin versant devrait être établie? En effet, bien que l'attention portée aux petits bassins ne doive pas être négligée, les visites sur le terrain ont suggéré que, en deçà d'un ordre de grandeur de 100 ha, dans le contexte de la Montérégie, un bassin versant est vulnérable aux conditions météorologiques, ce qui peut compliquer les suivis ichthyologiques;
- Assurer une surveillance serrée de la réalisation sur le terrain pour veiller au respect des plans;
- Utiliser des collerettes de coco ou déployer d'autres astuces équivalentes pour favoriser la survie et le développement des plantations d'arbres ou d'arbustes relativement à l'intense compétition herbacée;
- Répéter un suivi à plus long terme après les interventions pour examiner l'évolution physique du cours d'eau et l'effet des épis sur l'écoulement.

Chenal à deux niveaux et bassin filtrant — cas MRC Brome-Missisquoi

Constatations

Moins d'un an après les travaux, des résultats positifs ont été mesurés tant sur l'habitat physique que sur la communauté de poissons. La bonification a consisté à recalibrer la géométrie du cours d'eau sur l'ensemble du tracé selon le concept « chenal à deux niveaux » et incluant un bassin filtrant en aval (fosse). Comme attendu, le dimensionnement du « petit chenal » a favorisé la concentration de l'écoulement en période estivale. Une diversité de la hauteur d'eau, de la vitesse du courant et du substrat y a été observée. Le concept recrée aussi une plaine inondable en connectivité avec le lit

d'été. La communauté de poissons a démontré une amélioration de toutes les variables examinées. Le petit chenal présentait de l'érosion de ses marges sur quelques sections localisées, suggérant qu'il cherchait à se rééquilibrer à ces endroits. Étant donné la faible hauteur de ses « talus » et l'espace latéral disponible, on peut présumer que les processus hydromorphologiques du petit chenal retrouveront un état d'équilibre sans qu'il y ait induction d'une réaction d'incision ou autre dysfonctionnement généralisé. Le cours d'eau a une pente longitudinale moyenne de 0,22 % et un bassin versant de 190 ha. Son débit est de 0,7 m³/sec pour une crue de récurrence de 10 ans, et le temps de concentration y est de 16,5 heures. Généralement, l'état physique d'après travaux effectués dans le cours d'eau semblait bon. De plus, une plantation a été réalisée sur une bande de 6 m sur chaque berge. Le tout devrait éventuellement aussi contribuer à améliorer l'état du cours d'eau.

Recommandations

- Considérer le recours au chenal à deux niveaux qui paraît particulièrement adapté au territoire montréalais à faible pente et à sols fins, et encore plus particulièrement lorsque l'évaluation préalable aux travaux indique qu'un chenal préférentiel d'écoulement est en train de se former.
- Utiliser des collerettes de coco ou déployer d'autres astuces équivalentes pour favoriser la survie et le développement des plantations d'arbres ou arbustes.
- Répéter un suivi à plus long terme après les interventions pour examiner l'évolution physique du cours d'eau.

Plantations en berge — cas MRC de Marguerite-d'Youville

Constatations

Deux ans après les travaux, la bonification n'a pas produit d'effets positifs mesurables. Mais la bonification consistait essentiellement à planter des arbustes sur la berge. Or, ces derniers étaient encore trop petits pour avoir une influence sur le cours d'eau. En outre, le chenal lui-même n'a pas été diversifié, c'est-à-dire qu'il a été simplifié par le curage exécuté parallèlement à la bonification. D'ailleurs, il a été surprenant de constater la même épaisseur de vase que lors du suivi d'avant travaux. On sait que la pente longitudinale moyenne du cours d'eau est de 0,04 % et que le bassin versant drainé est de 500 ha. La géométrie du cours d'eau avait été jugée adéquate par le consultant au moment de l'étape d'idéation. Des investigations supplémentaires seraient nécessaires pour déterminer ce qui explique le retour rapide des zones de sédimentation.

Ultimement, il est attendu que l'ombrage procuré par les arbres et les arbustes bordant le cours d'eau profite et au poisson et à la résilience du cours d'eau. L'ombrage améliore la température de l'eau et, donc, la saturation en oxygène dissous au profit du poisson. Le système racinaire contribue à stabiliser les berges. Les ramifications réduisent la force érosive de l'eau (grâce à la turbulence et à la rugosité que les arbustes peuvent créer lors de contacts générés par les montées d'eau). Éventuellement, la végétation arbustive et arborescente incorporera des débris ligneux dans le cours d'eau. En outre, de nombreuses observations sur le terrain montrent qu'un couvert ombragé limite la prolifération excessive de végétation herbacée dans le lit. Or, les cours d'eau de faible pente longitudinale sont particulièrement vulnérables à un tel envahissement, car la végétation croissant dans le lit accentuera les problèmes de sédimentation déjà très courants dans ces cours d'eau de faible énergie. Ainsi, on s'attend à une réduction de la sédimentation par le simple effet d'ombrage. On retient les éléments suivants :

Recommandations

- Considérer la plantation de bandes arbustives et arborescentes pour limiter l'envahissement du lit par la végétation herbacée émergente :
 - et dans ce cas, veiller à choisir des espèces arbustives et arborescentes d'un gabarit qui, à maturité, procurera un couvert ombragé important au lit mouillé;
- Réévaluer la géométrie du cours d'eau lorsque des dysfonctionnements sont observés, tels qu'une sédimentation généralisée, de l'érosion ou un écoulement s'étalant en une mince lame. L'évaluation ne doit pas tenir compte strictement de la capacité du cours d'eau à évacuer les crues sans débordement. Elle doit prendre en compte l'importance de préserver un habitat adéquat et diversifié ainsi que d'un gabarit adapté au débit médian estival;
- Déterminer les causes de la sédimentation et considérer si leur maintien est préjudiciable à la pérennité de l'intervention, auquel cas les causes devraient être traitées dans la foulée du projet;
- Utiliser des collerettes de coco ou déployer d'autres astuces équivalentes pour favoriser la survie et le développement des plantations d'arbres ou arbustes;
- Répéter un suivi à plus long terme après les interventions afin d'examiner l'évolution des plantations et leur effet, à maturité, sur l'évolution physique du cours d'eau.

Selon Simaika et coll. (2015), les projets de restauration du lit du cours d'eau ou des berges entraînent généralement des gains en diversité ou en biomasse. Mais ces derniers estiment que plus de 10 ans peuvent être nécessaires avant que le cours d'eau aménagé atteigne son climax et qu'on puisse évaluer son potentiel d'habitat à maturité. Le présent suivi s'est déroulé deux ans ou moins après les interventions effectuées dans le cours d'eau, ce qui est un court délai. Des suivis subséquents seraient souhaitables pour avoir une meilleure idée des tendances, autant de la communauté de poissons que de l'évolution physique des cours d'eau.

5.4 Résilience aux changements climatiques

Il n'existe pas de méthode standardisée pour évaluer la résilience des petits cours d'eau aux changements climatiques. Mais puisque ces derniers sont particulièrement réactifs aux événements météorologiques, il est attendu qu'ils réagissent à l'augmentation de la fréquence et de l'ampleur des événements climatiques associés aux changements climatiques (pluies intenses, crues, sécheresses). Par exemple, si l'on considère que les petits cours d'eau du milieu agricole ont été façonnés pour éliminer l'eau le plus rapidement possible (ayant augmenté les débits de pointe de 20 à 75 %), les pointes de crues pourraient augmenter et amplifier l'érosion. Aussi, les PCE sont sujets à subir intensément des sécheresses plus fréquentes ainsi qu'à connaître des périodes de faible hydraulité plus longues. La résultante en serait, pour le poisson, une perte de productivité étant donné la diminution des superficies d'habitat disponibles, la dégradation de la qualité physique de l'habitat et la fragmentation possible de l'habitat. Un cours d'eau résilient doit offrir au poisson des refuges thermiques et hydriques. Les refuges permettent au poisson de survivre à des conditions adverses (p. ex., crues et étiages) appelées à devenir plus courantes et plus intenses à cause des changements climatiques. Par exemple, un abri de courant offrira un refuge durant les coups d'eau alors que la vitesse du courant peut s'accroître. Ou encore, des fosses submergées permettront de survivre en période de sécheresse. Un couvert ombragé contribuera à contrer les effets des températures élevées sur l'oxygène dissous. La caractérisation biophysique réalisée dans le cadre du présent suivi montre que les PCE offrent, généralement, peu de ces structures. Puisque peu d'études se sont penchées sur l'importance des PCE sur la productivité des systèmes plus importants localisés en aval (et, plus

largement, sur l'intégrité biotique), et considérant qu'ils représentent 60 à 85 % du réseau hydrographique, cet aspect mériterait d'être examiné plus attentivement.

La caractérisation de six petits cours d'eau de la Montérégie réalisée ici montre que la plupart comportent des dysfonctionnements à divers degrés (incision du lit, érosion des berges et accumulation de sédiments provenant et des berges et des champs agricoles). Partout où des dysfonctionnements sont observés, les changements climatiques sont susceptibles de les accentuer. Ainsi, l'intensification des événements climatiques, en l'absence de restauration, risque d'entraîner une augmentation de la fréquence des interventions dans les cours d'eau, ce qui serait déplorable tant d'un point de vue écologique qu'économique. Pour augmenter la résilience de ces milieux et réduire les ressources investies en travaux récurrents, la prise en compte de la dynamique hydrogéomorphologique et la gestion des causes de dysfonctionnement à l'échelle du bassin versant sont probablement incontournables. Le bon état de la communauté de poissons dépend avant tout du bon fonctionnement des processus physiques du cours d'eau, car ce sont ces derniers qui façonnent la forme du cours d'eau et lui permettent d'exercer ses diverses fonctions écologiques.

5.5 Limites et perspectives

L'interprétation des résultats obtenus dans le cadre du présent suivi doit être faite en tenant compte du fait que de nombreux facteurs ont influencé le cadre théorique prévu. Certains facteurs sont associés à des événements naturels fortuits (p. ex., sécheresse durant les étés 2017 et 2019, barrage de castors au site de la MRC Brome-Missisquoi, niveau d'eau inexplicablement élevé dans le cours d'eau témoin de la MRC de Marguerite-d'Youville), tandis que d'autres sont rattachés à la gestion des projets (p. ex., fauche des arbustes dans la MRC d'Acton, recadrage du concept préliminaire de bonification en voie de réalisation dans la MRC de Marguerite-d'Youville, report des travaux d'un an dans la MRC Brome-Missisquoi, intervention non prévue dans le cours témoin de la MRC d'Acton pour rectifier les décrochements de berge à la suite des travaux de l'année précédente). De plus, les inventaires ont été dressés dans un temps relativement court après les travaux, laissant peu de temps au milieu pour se remettre de la récente intervention et ne laissant pas le temps aux plantations d'atteindre la maturité. Les inventaires dressent également le profil des communautés de poissons au plus fort de la saison estivale seulement. Tous ces éléments doivent être gardés à l'esprit dans l'interprétation des résultats. Malgré tout, les résultats du présent suivi sont riches en information et jettent une base qui pourrait contribuer à nourrir les réflexions pour de futurs travaux dans le cadre desquels on souhaiterait améliorer la qualité physique du cours d'eau ainsi que son rôle en tant qu'habitat du poisson.

Des suivis subséquents seraient souhaitables pour évaluer l'effet à plus long terme des interventions et des bonifications réalisées. D'ailleurs, au Québec, on en sait peu sur les communautés ichthyologiques de même que sur l'importance de l'influence des PCE sur la biomasse ichthyologique, la ressource en eau et le bon état de l'écosystème aquatique à plus large échelle. Par exemple, des inventaires ichthyologiques dans des PCE moins perturbés seraient nécessaires afin de bénéficier d'un portrait de référence vers lequel on pourrait tendre. Aussi, plus d'études seraient souhaitables pour augmenter la connaissance spatiale et temporelle sur les communautés de poissons des PCE du Québec. Le suivi de l'évolution des communautés de poissons sur plusieurs mois pourrait fournir des données non soupçonnées quant aux espèces présentes et aux utilisations faites de ces milieux. Par exemple, le MFFP dispose de peu de données sur les pêches réalisées au printemps dans les cours d'eau de la Montérégie situés « dans les terres », mais quelques-unes montrent que le grand brochet peut remonter très haut dans ces bassins versants pour s'y reproduire au printemps. Ainsi, bien que l'on connaisse le phénomène, on ignore quelle proportion des cours d'eau du territoire joue ce rôle essentiel et dans quelle proportion ces derniers contribuent au maintien de l'espèce. De même, le MFFP a effectué peu de pêches automnales, mais celles-ci ont aussi démontré la présence de ce grand prédateur dans les PCE durant l'automne, selon toutes vraisemblances pour s'alimenter. Outre

les données de pêches, une meilleure connaissance du comportement hydrologique de ces cours d'eau et des conséquences des modifications extensives qu'ils ont subies serait souhaitable pour obtenir une vision plus juste de la réponse potentielle de ces derniers aux changements climatiques. Il reste encore beaucoup à apprendre sur les PCE au Québec. Il serait toutefois recommandé de cibler, pour une première phase, des bassins versants de plus de 100 ha pour effectuer des suivis ichthyologiques. En effet, plus le bassin versant est petit, plus il est vulnérable à l'assèchement, ce qui peut compliquer la planification de l'échantillonnage de poissons. Cela dit, d'autres espèces pourraient être préconisées pour le suivi des bassins de moins de 100 ha (p. ex., salamandres, macro-invertébrés).

En plus de la collecte de données, il importe de développer des méthodes d'évaluation objectives de l'état de ces milieux si particuliers que sont les PCE. Le recours à un indice d'intégrité biotique classique peut engendrer des interprétations trompeuses, notamment à cause du faible nombre d'espèces qu'on trouve généralement dans les PCE. Il suffit alors qu'un petit groupe monospécifique soit capturé durant une pêche pour envoyer un signal dans un sens ou dans l'autre. À titre indicatif, pour développer des outils de suivi adaptés à ces cours d'eau, l'Ohio EPA s'est basé sur des centaines de pêches. Seulement au cours de l'année 2000, l'organisation a procédé à des échantillonnages dans 215 petits cours d'eau (Ohio EPA, 2002). Cette connaissance de leur territoire les a incités à développer des outils spéciaux pour évaluer l'état des PCE et les protéger. Outre l'Ohio, d'autres endroits dans le monde, notamment l'Europe et le Minnesota, ont aussi développé des outils pour surveiller l'état de ces petits cours d'eau, reconnaissant leur valeur unique et leur contribution au bon état de l'écosystème aquatique. Le développement de tels outils ne peut s'improviser et requiert d'y accorder un intérêt et des ressources.

Ultimement, l'objectif poursuivi est de favoriser un écosystème aquatique fonctionnel et résilient. Pour y parvenir, des compétences complémentaires aux principes d'ingénierie traditionnelle doivent s'intégrer à la conception des interventions dans les cours d'eau : l'hydrogéomorphologie et la biologie, notamment. Nguyen (2012) souligne que, considérant notre manque de connaissances, la complexité des écosystèmes et les échecs ou les gains nuancés d'un certain nombre de projets, il semble judicieux de privilégier des méthodes douces visant à permettre aux PCE de retrouver leurs fonctionnalités naturellement. En somme, diverses questions méritent d'être examinées afin de mieux comprendre comment effectuer « la bonne intervention au bon endroit », c'est-à-dire une intervention qui permet aux cours d'eau de procurer des services écosystémiques (point de vue anthropocentré) tout en préservant ses fonctions écologiques (point de vue écocentré). Parmi les aspects méritant un examen :

- Existe-t-il des outils simples qui devraient systématiquement être utilisés pour localiser ou diagnostiquer des zones sujettes à des dysfonctionnements?
 - P. ex., se référer à la puissance hydraulique spécifique des cours d'eau et aux valeurs seuils établies par Brookes (1988) et reprises, notamment, par Wasson et coll. (1998) et l'Agence de l'eau Seine-Normandie (2007),
 - P. ex., l'indice de qualité morphologique (IQM), développé en Italie par Rinaldi et coll. (2016), peut-il être transposé ou adapté au territoire québécois? Des travaux récents menés au Québec le suggèrent (Lemay et coll., 2021);
- Comment peut-on évaluer le potentiel de réhabilitation des cours d'eau et déterminer le degré de réhabilitation à viser?
 - P. ex., Wasson et coll. (1998) parlent de « rémanence des effets », de « réversibilité » et d'« irréversibilité »,
 - P. ex., dans son manuel de restauration, l'Agence de l'eau Seine-Normandie (2007) suggère d'entamer tout projet par l'évaluation de « l'efficacité probable du projet » sur la base de la valeur de trois variables typologiques majeures (la puissance spécifique, l'érodabilité des berges, les

apports solides), l'emprise foncière disponible pour réaliser la restauration, et la qualité de l'eau. En outre, elle établit des « niveaux d'ambition »;

- Quelles sont les approches qui ont fait leurs preuves pour réhabiliter un cours d'eau chenalisé (approfondi, élargi et linéarisé)?
 - Quelques études de cas sont disponibles dans la littérature. Comment les transposer au contexte montréalais?
- Y aurait-il lieu d'intégrer l'examen des débits de base dans la conception des travaux dans les cours d'eau (certains auteurs anglophones utilisent le terme « *baseflow* »)? C'est-à-dire de tenir compte des débits hors crue qui sont les plus représentatifs durant la saison de croissance, comme le débit médian estival.
 - Le poisson dépend de l'eau présente. Or, l'essentiel de la saison de croissance se déroule sous influence des débits estivaux. Mais les cours d'eau du milieu agricole sont surdimensionnés, de sorte qu'en période d'étiage l'eau s'étale généralement en une mince lame homogène, paresseuse et peu propice à façonner une diversité de microhabitats. Comment favoriser un habitat de qualité durant les débits de base? À quoi se référer exactement pour évaluer ce débit? En Europe, certains se rapportent au module¹⁵. D'autres, comme Lang-Delus et coll. (2016), traitent du « débit modal »¹⁶. Certains suggèrent le débit estival médian.

Finalement, il faut avoir les moyens de favoriser la réalisation de projets de réhabilitation des cours d'eau dans le paysage agricole, périurbain et urbain. Pourtant, la réalisation de tels projets se heurte à de nombreux obstacles et contraintes au Québec. Parmi ces obstacles, on trouve par exemple l'absence d'outils de diagnostic pour guider les interventions et favoriser la bonne intervention au bon endroit, le manque de financement des coûts supplémentaires par rapport à une intervention traditionnelle, le manque d'expertise en matière de réhabilitation de cours d'eau, un cadre réglementaire fractionné dans divers règlements non synergiques, la perception du monde agricole et municipal qu'un « bon nettoyage » assure des résultats efficaces, durables et des conséquences négligeables, l'absence d'obligation à assurer le bon état écologique des cours d'eau, l'absence de levier tel que l'écoconditionnalité, la persistance à cibler essentiellement les aspects hydrauliques et la contenance des crues, la faisabilité ardue à redonner au cours d'eau de l'espace latéralement (ce qui peut limiter la réhabilitation), l'absence de critères précis pour fixer des objectifs et évaluer le bon état écologique ainsi que l'intégrité des cours d'eau, etc. Ces obstacles devront être considérés si l'on souhaite augmenter le nombre d'initiatives ainsi que les résultats en découlant.

¹⁵ Module : Débit moyen interannuel calculé sur l'année hydrologique sur l'ensemble de la période d'observation de la station. Exprimé en mètres cubes par seconde, il donne une indication sur le volume annuel écoulé et donc sur la disponibilité globale de la ressource en eau.

¹⁶ Débit modal : Débit le plus fréquent d'un cours d'eau.

5.6 Points saillants

- 19 espèces de poisson ont été recensées dans les 6 PCE des 3 bassins versants suivis (moyenne = 6 espèces).
- Des captures ont été réalisées même dans des conditions physiques adverses (p. ex., faible quantité d'eau, anoxie, végétation très abondante dans le chenal).
- Les communautés de poissons des PCE sont capables de résilience s'il y a une source de recolonisation et dans la mesure où l'habitat retrouve ou dépasse la qualité physique préexistante.
 - Dans l'année même des travaux, la reprise du couvert herbacé débute très vite, et elle peut s'achever en quelques semaines dans de bonnes conditions. Malgré cette apparence de « remise en état », certaines communautés de poissons demeureront gravement perturbées au point d'être absentes. En outre, les répercussions sur la communauté de poissons peuvent se manifester même dans les secteurs aval non directement touchés par les travaux.
 - Deux ans après l'intervention, en ce qui concerne un cours d'eau retrouvant une qualité physique de l'habitat équivalant à ce qui précédait, le suivi suggère que certaines communautés de poissons se seront rétablies, mais d'autres auront besoin de plus de temps.
 - Avec l'amélioration de la qualité physique de l'habitat mouillé, la communauté de poissons des PCE peut surpasser son état préexistant aussi rapidement que dans l'année suivant les travaux.
 - Ici, une réponse positive de la communauté de poissons a été mesurée dans un cours d'eau amélioré tangiblement, soit de type « chenal à deux niveaux » (révision majeure de sa géométrie sur 1 km de long). Toutes les variables de la communauté de poissons ont réagi positivement dès l'année suivant les travaux (richesse, structure et abondance). La configuration a favorisé une concentration de l'écoulement qui, même en période de faible hydraulité, a généré une diversité de hauteur d'eau, de vitesses de courant et de substrats offrant au poisson une hétérogénéité de microhabitats.
- La présence d'eau (impliquant d'éviter son évacuation rapide et radicale), l'hétérogénéité (vitesse du courant, hauteur d'eau, substrat) et les abris (p. ex., fosses) dans le chenal d'écoulement favorisent une communauté de poissons plus diversifiée et plus abondante.
- Dans les cours d'eau chenalisés, les fosses ainsi que les ponceaux sont généralement les seules formes d'hétérogénéité. Ces structures apparaissent comme un lieu prisé par le poisson, car elles servent de refuges. Il serait souhaitable de préserver les fosses lorsqu'il y en a, même celles créées artificiellement par les ponceaux.
- Le couvert ombragé (arbustif ou arborescent) semble favoriser un lit d'écoulement fonctionnel (moins d'envahissement par la végétation à même le lit et, conséquemment, moins d'accumulation de sédiments).

5.7 Conclusion

La qualité physique des PCE, la productivité ichthyologique et la biodiversité en général ont été largement perturbées par les interventions de chenalisations passées. Malgré tout, le présent suivi a permis de confirmer que, dès qu'il y a de l'eau dans le cours d'eau et qu'il n'y a pas d'obstacles infranchissables, le poisson, selon toute vraisemblance, l'occupera. De plus, le suivi montre que, contrairement aux perceptions, les communautés de poissons des PCE du paysage agricole peuvent être relativement variées et abondantes. Ceux-ci peuvent abriter des espèces et des communautés qui leur sont propres. Les résultats suggèrent que les communautés de poissons des PCE sont fortement influencées par l'effet des travaux sur la qualité physique de l'habitat (présence d'eau, refuges, hétérogénéité des vitesses de courant, hauteurs d'eau, substrats). Le suivi suggère que, deux ans après des travaux, la communauté de poissons peut encore subir des effets négatifs s'il y a eu

dégradation de la qualité de l'habitat. Mais, lorsque des améliorations de la qualité physique de l'habitat mouillé sont mesurables, la communauté de poissons peut réagir très favorablement, et ce, aussi rapidement que dans l'année suivant les travaux. Cela dit, pour avoir un effet mesurable, l'amélioration de la qualité de l'habitat doit avoir une certaine ampleur (≥ 1 km). Un suivi à long terme est nécessaire pour évaluer s'il y a une différence dans la résilience des cours d'eau selon le traitement et si les bonifications ciblant le poisson engendrent des bénéfices pérennes et une diminution de la fréquence d'interventions. En effet, les cours d'eau chenalisés selon les normes traditionnelles nécessitent des entretiens récurrents pour répondre aux attentes du milieu agricole en matière de drainage, car leur géométrie tend à favoriser l'accumulation des sédiments et à colmater les drains, cela sans compter l'enfoncement des cours d'eau par incision qui induit des pertes importantes de sol transporté vers le cours d'eau. La prise en compte des notions d'hydrogéomorphologie gagnerait à être systématiquement intégrée pour promouvoir des interventions adaptées, pérennes et favoriser des cours d'eau en bonne santé et autonomes.

Les changements climatiques (tels que l'augmentation de la fréquence des sécheresses prolongées ou encore des crues subites causées par des pluies diluviennes) amplifieront les phénomènes déjà observés comme le drainage excessif, l'assèchement des cours d'eau et des aquifères, la perte de sol (transporté vers les cours d'eau par le ruissellement), l'érosion du lit et l'accumulation de sédiments dans les cours d'eau qui sont en outre, en Montérégie, généralement dépourvus de ripisylve. Ainsi, une amplification de la dégradation des cours d'eau en milieu agricole est à craindre. Elle générerait notamment une pression accrue sur les communautés ichtyologiques ainsi que sur l'écosystème aquatique et induirait de plus une augmentation des coûts de curage récurrents. En ce qui a trait aux communautés de poissons, en l'absence de profil historique des PCE de la Montérégie avant que ceux-ci ne soient chenalisés extensivement, il est impossible de savoir à quel point les communautés ichtyologiques ont été transformées par ces interventions. On comprend encore mal leur rôle et leur influence sur les plus grands cours d'eau. En plus de leur valeur halieutique et patrimoniale, les poissons sont un indicateur de la qualité de l'écosystème aquatique. Le présent suivi suggère qu'il y a des bénéfices à tenir compte des besoins du poisson pour façonner le cours d'eau. Sachant que les PCE représentent environ 70 % du réseau hydrographique, il apparaît d'intérêt de poursuivre les démarches pour accroître les initiatives de bonification et améliorer nos connaissances en matière de réhabilitation de cours d'eau. Une plus grande collaboration entre les chercheurs, les consultants, les gestionnaires et les décideurs politiques apparaît nécessaire pour établir un cadre de travail et obtenir des avancées tangibles. Chaque intervention dans un cours d'eau visant à assurer le drainage agricole est une opportunité de revoir notre approche pour une meilleure résilience des rôles et des services fournis par les petits cours d'eau.

6 Références

- AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE (2010). *Guide de gestion des travaux de renaturation des émissaires agricoles de la plaine sur le bassin Rhin-Meuse*, 43 p.
- AGENCE DE L'EAU SEINE-NORMANDIE (2007). *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*, 168 p.
- AGRCQ (2017). *Guide sur la gestion des cours d'eau du Québec* [En ligne] (http://agrcq.ca/wp-content/uploads/2016/11/GuideAGRCQ_Chapitre-3_27032017.pdf) (Consulté le 11-11-2017).
- BARBOUR, M. T., J. GERRITSEN, B. D. SNYDER et J. B. STRIBLING (1999). *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers, Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*, Second Edition, EPA 841-B-99-002, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington D.C., 337 p.
- 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.
- BOUDREAULT, A. (1984). *Méthodologie utilisée pour la photo-interprétation des rivières à saumon de la Côte-Nord*, rapport de Gilles Shooner et associés inc. présenté au ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 26 p.
- BROOKES, A. (1987). "River channel adjustments downstream from channelization works in England and Wales", *Earth surface processes and landforms*, 12: 337-351.
- BROOKES, A. (1988). *Channelized rivers: Perspectives for environmental management*, Éditions Wiley, Chichester, 326 p.
- COMITÉ SUR LA GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN MILIEU AGRICOLE (COGIRMA) (2010). *La biodiversité en milieu agricole au Québec : État des connaissances et approches de conservation*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Faune Québec, 152 p.
- D'AMBROSIO, J. L., L. R. WILLIAMS, J. WITTER et A. D. WARD (2009). "Effects of geomorphology, habitat, and spatial location on fish assemblages in a Midwestern watershed in Ohio", *Environmental Monitoring and Assessment*, 148: 325-341.
- D'AMBROSIO, J. L., L. R. WILLIAMS, M. G. WILLIAMS, J. D. WITTER et A. D. WARD (2014). "Geomorphology, habitat, and spatial location influences on fish and macroinvertebrate communities in modified channels of an agriculturally-dominated watershed in Ohio, USA", 68: 32-46.
- FINANCIERE AGRICOLE DU QUEBEC (2018). *L'état des cultures au Québec*, rapport n°14 au 13 février 2018 [En ligne] (<http://www.fadq.qc.ca/fileadmin/fr/bulletins/etat-culture-2017-no-14.pdf>).
- 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", *Geomorphic Processes and Riverine Habitat*, DOI : 10.1029/WS004p0105, 13 p.

- GARCEAU, S., S. RIOUX, M. LETENDRE et Y. CHAGNON (2007). *Caractérisation du ruisseau Richer et de ses tributaires en fonction de la communauté ichthyologique (août 2006)*, Étude réalisée pour le compte du ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'aménagement de la faune de l'Estrie, de Montréal et de la Montérégie, Longueuil, Rapport technique 16-31, 28 p.
- GOLDSTEIN, R. M., T. P. SIMON, P. A. BAILEY, M. ELL, E. PEARSON, K. SCHMIDT et J. W. ENBLOM (2008). *Concepts for an index of biotic integrity for streams of the Red River of the North basin*, U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey [En ligne] [<http://mn.water.usgs.gov/nawqa/redn/rpts/ibi/ibi.htm>].
- GRAVEL, R. (2013). *Bilan des entretiens de cours d'eau en milieu agricole en Montérégie — 2011-2012*, Unité de gestion des ressources naturelles Montréal-Montérégie au Secteur de la faune du ministère des Ressources naturelles, 6 p.
- GROUPE DE TRAVAIL SUR LA GESTION DES COURS D'EAU MUNICIPAUX (GTGCEM) (2012). *Rapport du groupe de travail sur la gestion des cours d'eau municipaux*, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, Québec, 122 p.
- HÉBERT, S. (1997). *Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières du Québec*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodoq n° EN/970102, 20 p. et annexes
- HÉBERT, S. et S. LÉGARÉ (2000). *Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau*, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq n° ENV-2001-0141, rapport n° QE-123, 24 p. et annexes.
- HOLM, E., N. E. MANDRAK et M. E. BURRIDGE (2009). *The ROM field guide of freshwater fishes of Ontario*, Toronto, Ontario, Royal Ontario Museum, 462 p.
- IDNR (2004). *Biological assessment of Iowa's wadeable streams – Projet report*, Iowa Department of Natural Resources, 270 p.
- JAYAKARAN, A. D. et A. D. WARD (2007). "Geometry of inset channels and the sediment composition of fluvial benches in agricultural drainage systems in Ohio", *J. Soil Water Conserv.*, 62(4): 296-307.
- 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, Illinois. 27 p.
- KLEIN B., J. ROBERGE, A. PARIS et R. GRAVEL (2013). *Entretien de cours d'eau en milieu agricole — Suivi 2010, 2011 et 2012 des impacts sur la qualité d'habitats fauniques*, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Faune Québec (non publié).
- LANDWEHR, K. et B. RHOADS (2003). "Depositional response of a headwater stream to channelization, East Central Illinois, USA", *River Res. Applic.* (19): 77-100.
- LANE, E. W. (1955). "The importance of fluvial morphology in hydraulic engineering", *Proceedings of the American Society of Civil Engineering* 81, paper 745, 1-17.

- LANG-DELUS, C., D. FRANÇOIS et E. GILLE (2016). « Quel est le débit le plus fréquent d'un cours d'eau? », *Physio-Géo*, Volume 10 [En ligne] [<https://doi.org/10.4000/physio-geo.4739>].
- 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.
- LE BIHAN (2009). *L'enterrement des cours d'eau en tête de bassin en Moselle (57) — Rapport de stage*, ONEMA/Université Paul Verlaine Metz, 49 p.
- LE BIHAN (2017). *Comment étudier les têtes de bassin versant? — Méthodes de cartographie, caractérisation et hiérarchisation des têtes de bassin versant sur un territoire*, présentation du 07-12-2017, Agence française pour la biodiversité, Direction Bretagne, Pays de la Loire, 62 p. [En ligne] [http://atbvb.fr/sites/default/files/media/2017_12_07_atbvb_tetedebv_invitation.pdf] (Consulté le 2021-07-15).
- LECLERC, J. et H. MASSÉ (2012). *Clef des cyprinidés adultes du Québec de Jean-René Mongeau*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Longueuil, affiche.
- LEGENDRE, V. (1960). « Clef des Cyprinidés ou Ménés du Québec », ministère de la Chasse et de la Pêche, Office de biologie, *Les poissons d'eau douce*, Tome 2, extrait du *Jeune naturaliste*, 10 (9-10) : 178-212.
- LEMAY, J., P. M. BIRON, M. BOIVIN, N. STAMPFLI, K. FOOTE (2021). "Can the Morphological Quality Index (MQI) be used to determine the ecological status of lowland rivers?", *Geomorphology*, 365, 108002 [<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2021.108002>].
- LEPAGE, M.-P., L. BOURDAGES, G. BOURGEOIS (2011). *Interprétation des scénarios de changements climatiques afin d'améliorer la gestion des risques pour l'agriculture*, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, 15 p.
- LEPAGE, S., B. KLEIN et M. GUILLOU (2012). *Suivi des mesures d'atténuations relatives aux matières en suspension, 2010 et 2011*, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ministère des Ressources naturelles et de la Faune et ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec, 66 p.
- MABC (2016). *Water quality evaluation of agricultural runoff in the Lower Fraser Valley*, Resource Management Factsheet 511.300-1, Ministry of Agriculture of British Columbia, 2 p.
- MALAVOI, J.-R. et J.-P. BRAVARD (2010). *Éléments d'hydromorphologie fluviale*, Office national de l'eau et des milieux aquatiques, France, 224 p.
- MAMH (2014). « Guide pour la préparation par la MRC d'un cadre opérationnel en cas d'obstructions dans les cours d'eau (article 105, *Loi sur les compétences municipales*) », *Bulletin Muni-Express* n° 4, 10 mars 2014 [En ligne] [<https://www.mamh.gouv.qc.ca/publications/bulletin-muni-express/2014/n-4-10-mars-2014/>].
- MAMROT (2012). *Rapport du groupe de travail sur la gestion des cours d'eau municipaux*, réalisé par le Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, 122 p.

- MAPAQ (2014). *Profil agroalimentaire de la Montérégie*, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Directions régionales de la Montérégie, secteurs est et ouest, 12 p.
- MASSÉ, H. et J. LECLERC (2015). *Clef d'identification des cyprinidés du Québec*, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Longueuil, Québec, 24 p.
- MDDELCC et MFFP (2015). *Bilan des travaux d'entretien de cours d'eau en milieu agricole réalisés en 2011 et 2012 — Avis portant sur la mise en place de la Procédure d'entretien de cours d'eau en milieu agricole*, 62 p. + annexes.
- MEYER, J. L., D. L. STRAYER, J. B. WALLACE, S. L. EGGERT, G. S. HELFMAN et N. E. LEONAR (2007). "The contribution of headwater streams to biodiversity in river networks", *Journal American Water Resources Association*, 43: 86-103.
- MFFP (2021). *Collection provinciale de poissons d'eau douce du Québec récoltés depuis 1928 à aujourd'hui*, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la gestion de la Faune, Longueuil, Québec.
- MPCA (2017). *Fish Data Collection Protocols for Lotic Waters in Minnesota*, Minnesota Pollution Control Agency, report wq-bsm3-12b, 29 p.
- NGUYEN VAN, R. (2012). *Les altérations physiques en têtes de bassin versant sur les régions Bretagne-Pays de la Loire*, Rapport de stage M2, France, 97 p.
- OHIO ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (Ohio EPA) (1987). *Biological criteria for the protection of aquatic life: volumes I-III*, Ohio Environmental Protection Agency, Columbus, Ohio.
- OHIO ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (Ohio EPA) (2002). *Technical Report: Ohio's Primary Headwater Streams-Fish and Amphibian Assemblages*, Ohio Environmental Protection Agency, Division of Surface Water, Technical Report, 28 p. et annexes.
- OHIO ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (Ohio EPA) (2006). *Methods for Assessing Habitat in Flowing Waters: Using the Qualitative Habitat Evaluation Index (QHEI)*, Ohio Environmental Protection Agency, Division of Surface Water, Technical Bulletin EAS/2006-06-1, 26 p.
- OHIO ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (Ohio EPA) (2012). *Field Evaluation Manual for Ohio's Primary Headwater Habitat Streams*, Version 3.0, Ohio Environmental Protection Agency, Division of Surface Water, Columbus, Ohio, 117 p.
- OHIO ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (Ohio EPA) (2015a). *Biological Criteria for the Protection of Aquatic Life: Volume III. Standardized Biological Field Sampling and Laboratory Methods for Assessing Fish and Macroinvertebrate Communities*, Revised June 26, 2015. Ohio EPA Division of Surface Water, Columbus, Ohio, Technical Report EAS/2015-06-04, 66 p.
- OHIO ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (Ohio EPA) (2015b). *Importance and Benefits of Primary Headwater Streams*, Fact sheet. 2 p. [En ligne]
[\[https://epa.ohio.gov/portals/35/wqs/headwaters/HWH_import.pdf\]](https://epa.ohio.gov/portals/35/wqs/headwaters/HWH_import.pdf).

- OURANOS (2010). *Savoir s'adapter aux changements climatiques*, rédaction : C. DesJarlais, M. Allard, D. Bélanger, A. Blondlot, A. Bouffard, A. Bourque, D. Chaumont, P. Gosselin, D. Houle, C. Larrivée, N. Lease, A.T. Pham, R. Roy, J.-P. Savard, R. Turcotte et C. Villeneuve. Ouranos, Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques, Montréal (Québec), 128 p.
- PARADIS, A. (2015). *Integrating hydrogeomorphological concepts in management approaches of lowland agricultural streams in Quebec: Perspectives, problems and prospects*, thèse de maîtrise, Département de géographie, urbanisme et environnement, Université Concordia, 116 p.
- RHOADS, B. L., E. E. HERRICKS (1996). "Naturalization of headwater streams in Illinois", dans Brookes, A., Shields Jr., D. F. (Eds.), *River Channel Restoration*, John Wiley & Sons, United Kingdom, p. 331-367.
- RICHARDS, J. S. (2004). *A review of the enclosure of watercourses in agricultural landscapes and river headwater functions*, Ausable Bayfield Conservation Authority, Exeter, Ontario, Submitted to Fisheries and Oceans Canada, 34 p. et annexes.
- RICHARD, Y. et I. GIROUX (2004). *Impact de l'agriculture sur les communautés benthiques et piscicoles du ruisseau Saint-Georges (Québec, Canada)*, Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, envirodoq n° ENV/2004/0226, collection n° QE/148, 28 p. et 2 ann.
- RINALDI, M., M. BUSSETTINI, N. SURIAN, F. COMITI et A. M. GURNELL (2016). *Guidebook for the Evaluation of Stream Morphological Conditions by the Morphological Quality Index (MQI)*, 187 p. [En ligne] [[https://www.reformrivers.eu/system/files/Rinaldi%20et%20al%202016%20MQI final Aug16.pdf](https://www.reformrivers.eu/system/files/Rinaldi%20et%20al%202016%20MQI%20final%20Aug16.pdf)].
- SCOTT, W. B. et E. J. CROSSMAN (1974). *Poissons d'eau douce du Canada*, Canada, ministère de l'Environnement, Service des pêches et des sciences de la mer, Bulletin 184, 1026 p.
- SIMAIKA, J. P., S. STOLLB, A. W. LORENZC, G. THOMAS, G., SUNDERMANNB et P. HAASE (2015). "Bundles of stream restoration measures and their effects on fish communities", *Limnologia*, 55(2015) 1-8. [En ligne] [<http://dx.doi.org/10.1016/j.limno.2015.10.001>].
- SMILEY, P. C., R. B. GILLESPIE, K. W. KING et C. HUANG (2008). "Contribution of habitat and water quality to the integrity of fish communities in agriculture drainage ditches", *Journal of Soil and Water Conservation*, 63(6): 218-219.
- THÉBERGE, M., C. CÔTÉ et C. GREAVES (2008a). *Développement de l'indice d'intégrité biotique pour le ruisseau Vacher, été 2006*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'aménagement de la faune de Laval-Lanaudière-Laurentides, Secteur Faune, 33 p. + 9 annexes.
- THÉBERGE, M. et C. CÔTÉ (2008b). *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 annexes.

- USDA-NRCS (2007). Chapter 10 : “Two-Stage Channel Design, Part 654 Stream Restoration Design”, *National Engineering Handbook*, 15 p.
- VANNOTE, R. L., G. W. MINSHALL, K. W. CUMMINS, J. R. SEDELL et C. E. CUSHING (1980). “The river continuum concept”, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37: 130-137.
- WARD-CAMPBELL, B., K. COTTENIE, N. E. MANDRAK et R. MCLAUGHLIN (2017). “Fish assemblages in agricultural drains are resilient to habitat change caused by drain maintenance”, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 74: 1538-1548 [En ligne] [\[http://dx.doi.org/10.1139/cjfas-2016-0361\]](http://dx.doi.org/10.1139/cjfas-2016-0361).
- WASSON, J. G., J. R. MALAVOI, L. MARIDET, Y. SOUCHON et L. PAULIN (1998). *Impacts écologiques de la chenalisation des rivières*, Cemagref éditions, coll. Etudes Cemagref, série Gestion des Milieux Aquatiques, n° 14, 2-85362-502-8, 158 p.
- WETZEL, R. G. (2001). *Limnology, Lake and River Ecosystems*, Academic Press, 3^e édition, San Diego, 1006 p.
- YODER, C. O. et E. T. RANKIN (1995). *The role of biological criteria in water quality monitoring, assesment, and regulation*, Ohio EPA technical report MAS/1995-1-3, 55 p.

7 Annexes

Annexe 1	Dates des pêches expérimentales effectuées en 2017 et 2019.....	81
Annexe 2	Liste des espèces de poissons capturés précisant le code de l'espèce, le nom latin, le nom vernaculaire, la famille, la tolérance à la pollution, le groupe trophique, le mode de reproduction et le nom anglais.....	83
Annexe 3a	Caractérisation biophysique des cours d'eau suivis (bonifié, témoin ou collecteur) selon la campagne de l'année 2017.....	85
Annexe 3b	Caractérisation biophysique des cours d'eau suivis (bonifié, témoin ou collecteur) selon la campagne de l'année 2019.....	89
Annexe 4a	Captures de poissons et effort de pêche selon le type de cours d'eau (bonifié, témoin ou collecteur) et la campagne pour les suivis effectués à la pêche électrique en 2017.....	93
Annexe 4b	Captures de poissons et effort de pêche selon le type de cours d'eau (bonifié, témoin ou collecteur) et la campagne pour les suivis effectués à la pêche électrique en 2019.....	95
Annexe 5	Répertoire photographique	97

Annexe 1 Dates des pêches expérimentales effectuées en 2017 et 2019

MRC	Type	Cours d'eau	Campagne 1	Campagne 2	Nom stations
2017					
Acton	Bonifié	Rau Miclette-Gauthier	18-07-2017	08-09-2017	CMIG
	Témoin	Embr. Morin-Gauthier	18-07-2017	08-09-2017	EMOG-0, EMOG-1
	Collecteur	Rau Cressey	18-07-2017	08-09-2017	Cressey
Brome-Missisquoi	Bonifié	Branche 6 Poulin	11-07-2017	29-08-2017	POU6-0, POU6-500
	Témoin	C.E. Poulin (tête)	13-07-2017	01-09-2017	POUt1
	Collecteur	C.E. Poulin	11-07-2017	29-08-2017	POUL
Marguerite-D'Youville	Bonifié	Branche 1 Notre-Dame	04-07-2017	16 et 17-08-2017	NDBR1-0, -1050, -1100
	Témoin	Rau Notre-Dame	05-07-2017	17-08-2017	NDt1 et 2
	Collecteur	Rau Notre-Dame	04-07-2017	16-08-2017	ND-Aval
2019					
Acton	Bonifié	Rau Miclette-Gauthier	13-06-2019	05-09-2019	CMIG
	Témoin	Embr. Morin-Gauthier	13-06-2019	05-09-2019	EMOG-0, EMOG-1
	Collecteur	Rau Cressey	23-07-2019	06-09-2019	Cressey
Brome-Missisquoi	Bonifié	Branche 6 Poulin	16-07-2019	29-08-2019	POU6-8, -50, -175, -750
	Témoin	C.E. Poulin (tête)	18-07-2019	29-08-2019*	POUt1*, POUt3
	Collecteur	C.E. Poulin	18-07-2019	30-08-2019	POUL
Marguerite-D'Youville	Bonifié	Branche 1 Notre-Dame	06-06-2019	20-08-2019† 22-08-2019*	NDBR1-0, -1050, -1100*
	Témoin	Rau Notre-Dame	07-06-2019	22-08-2019*	NDt1 et 2*
	Collecteur	Rau Notre-Dame	07-06-2019	23-08-2019†	ND-Aval

† Pas de pêche, car conditions non appropriées

* Pas de pêche à cette date pour la station identifiée également d'un astérisque

Annexe 2 Liste des espèces de poissons capturés précisant le code de l'espèce, le nom latin, le nom vernaculaire, la famille, la tolérance à la pollution, le groupe trophique, le mode de reproduction et le nom anglais

Nom vernaculaire	Code	Nom latin	Famille	Tolérance à la pollution†	Groupe trophique†	Mode de reproduction†	Nom anglais
carpe	CYCA	<i>Cyprinus carpio</i>	Cyprinidae	tolérant	omniv ore	phytolithophile (A.1.4)	carp
méné à grosse tête (anc. tête-de-boule)	PIPR	<i>Pimephales promelas</i>	Cyprinidae	tolérant	omniv ore	spéléophile (B.2.7)	fathead minnow
méné à museau arrondi (anc. ventre-pourri)	PINO	<i>Pimephales notatus</i>	Cyprinidae	tolérant	omniv ore	spéléophile (B.2.7)	bluntnose minnow
méné à nageoires rouges	LUCO	<i>Luxilus cornutus</i>	Cyprinidae	intermédiaire	insectivore	lithophile (A.1.5)	common shiner
méné bleu	CYSI	<i>Cyprinella spiloptera</i>	Cyprinidae	intermédiaire	insectivore	spéléophile (A.2.4)	spottin shiner
méné jaune	NOCR	<i>Notemigonus crysoleucas</i>	Cyprinidae	tolérant	omniv. (insectiv. ³)	phytophile (A.1.5)	golgen shiner
mulet à cornes	SEAT	<i>Semotilus atromaculatus</i>	Cyprinidae	tolérant ³	omniv ore ³	lithophile ²	creek chub
naseux des rapides	RHCA	<i>Rhinichthys cataractae</i>	Cyprinidae	intermédiaire	insectivore	lithopélagophile (A.1.2)	longnose dace
naseux noir	RHAT	<i>Rhinichthys atratulus</i>	Cyprinidae	tolérant ¹	insectivore ¹	lithophile ^{1,3}	blacknose dace
ouïtuche	SECO	<i>Semotilus corporalis</i>	Cyprinidae	intermédiaire	généraliste (omniv. ³)	lithophile (A.2.3)	fatfish
ventre rouge du Nord	PHEO	<i>Phoxinus eos</i>	Cyprinidae	intermédiaire ²	invertiv., planctiv. ²	phytophile ²	Northern redbelly dace
fondule barré	FUDI	<i>Fundulus diaphanus</i>	Fondulidae	tolérant	insectivore	phytophile (A.1.5)	banded killifish
épinouche à cinq épines	CUIN	<i>Culaea inconstans</i>	Gasterosteidae	tolérant ⁴	insectivore	ariadnophile (B.2.4)	brook stickleback
dard barré	ETFL	<i>Etheostoma flabellare</i>	Percidae	intermédiaire ¹	invertiv. (insectiv. ^{1,3})	spéléophile ¹	fantail darter
raseux-de-terre gris	ETOL	<i>Etheostoma olmstedii</i>	Percidae	tolérant	insectivore	indéterminé	tessellated darter
raseux-de-terre noir	ETNI	<i>Etheostoma nigrum</i>	Percidae	intermédiaire	insectivore	spéléophile (B.2.7)	Johnny darter
ombre de vase	UMLI	<i>Umbra limi</i>	Umbriidae	tolérant	insectivore	phytophile (B.1.4)	central mudminnow
chevalier blanc	MOAN	<i>Moxostoma anisurum</i>	Catostomidae	intermédiaire	insectivore	lithophile (A.1.3)	silver redbreast
chevalier rouge	MOMA	<i>Moxostoma macrolepidotum</i>	Catostomidae	intermédiaire	insectivore	lithophile (A.1.3)	shorthead redbreast
meunier noir	CACO	<i>Catostomus commersonii</i>	Catostomidae	tolérant	omniv ore	lithopélagop. (lithop. ^{1,3})	white sucker
achigan à petite bouche	MIDO	<i>Micropterus dolomieu</i>	Centrarchidae	intermédiaire	piscivore	polyphile (B.2.2)	smallmouth bass
crapet de roche	AMRU	<i>Ambloplites rupestris</i>	Centrarchidae	intermédiaire	insectiv., pisciv.	polyphile (B.2.2)	rock bass
crapet vert	LECY	<i>Lepomis cyanellus</i>	Centrarchidae	tolérant ^{1,2,3}	invertiv., pisciv. ^{1,2}	polyphile ²	green sunfish
crapet-soleil	LEGI	<i>Lepomis gibbosus</i>	Centrarchidae	intermédiaire	insectivore	polyphile (B.2.2)	pumpkinseed

† Sauf lorsqu'une note est précisée, l'information est basée sur : 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.

1- Interprétation à partir de SCOTT, W. B. et E. J. CROSSMAN. 1974. Poissons d'eau douce du Canada, Canada, ministère de l'Environnement, Service des pêches et des sciences de la mer, Bulletin 184, 1026 p.

2- Interprétation à partir de http://ontariofishes.ca/fish_list.php

3- Selon le OHIO EPA. 2006. Biological Criteria for the Protection of Aquatic Life : Volume II and III Addendum. Users Manual for Biological Field Assessment of Ohio Surface Waters. Updated November 8, 2006. Ohio EPA Division

4 - RICHARD, Y. et GROUX, I. 2004. Impact de l'agriculture sur les communautés benthiques et piscicoles du ruisseau Saint-Georges (Québec, Canada), Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, envirodoq no ENV/2004/0226, collection no QE/148, 28 p. et 2 ann.

Groupes trophiques	Omnivore	Se nourrissent autant de matière végétale, d'animaux divers que de détritus; ≈ généraliste
	Insectivore	S'alimentent spécialement d'insectes (benthiques ou pélagiques)
	Invertivore	Mangent surtout des invertébrés benthiques dont des insectes, mais aussi, par exemple : mollusques, écrevisses
	Piscivore	À l'âge adulte, se nourrissent principalement de : poissons, autres vertébrés (tq grenouilles) ou gros invertébrés (tq écrevisses); ≈ carnivore
	Planctivore	Leurs diète est spécialisée et se compose surtout de phytoplancton et/ou de zooplancton
Modes de reproduction	Polyphile	Frayant dans des habitats non-spécialisés / pas d'habitat préférentiel
	Spéléophile	Œufs déposés dans des interstices ou crevasses généralement résistantes
	Lithopélagophile	Pondent sur un substrat minéral, les oeufs et larves sont pélagiques
	Lithophile	Pondent sur un substrat minéral, les larves sont benthiques (se camouflent sous les roches)
	Phytophile	Pondent en présence de végétation submergée, morte ou vivante
	Phytolithophile	Dispersent leurs oeufs sur divers matériaux submergés mais la présence de végétaux n'est pas obligatoire pour la fraye
	Ariadnophile	Construisent des nids en forme de manchon suspendu aux plantes aquatiques
A N'apportent pas de soins parentaux après la ponte (nonguarders)		
B Après la ponte soignent les oeufs et les alevins (guarders)		

Annexe 3a Caractérisation biophysique des cours d’eau suivis (bonifié, témoin ou collecteur) selon la campagne de l’année 2017

Identification								Caractéristiques générales										Notes station	Photos (toutes prises)
MRC	Cours d'eau (Ruisseau, Cours d'eau, Embranchement)	Type (Bonifié, Témoin, Collecteur)	Station	Campagne	Longitude aval station (Degré décimal)	Latitude aval station (Degré décimal)	Date (AAAA-MM-JJ)	Type d'écoulement [*] (Intermittent, Permanent)	Vitesse du courant	Dynamique d'écoulement	Sinuosité	Niveau d'eau	Transparence de l'eau	Usages agricoles des sols concomitants à la station (% couverture)	Largeur du replat de talus, rive gauche / rive droite (m)	Espèces exotiques envahissantes			
Acton	Rau Miclette-Gauthier	B	CMIG	1	-72,62952	45,70599	2017-07-18	I	lente à nulle	lentique	nulle	normal	claire	100	1 / 1	-	Pêche difficile; bcp de végétation dans C.E. Incision aval.	79 à 93	
				2			2017-09-08	I	lente à nulle	lentique	nulle	normal	claire	100	1 / 1	-	Pêche difficile; bcp de végétation dans C.E. Incision aval.	82 à 127	
	Embr. Morin-Gauthier	T	EMOG-0	1	-72,62963	45,70292	2017-07-18	I	modérée	laminaire	faible	normal	claire	100	3 / 4	-	Lit encaissé?	68 à 77	
				2			2017-09-08	I	lente à nulle	lentique	faible	normal	claire	100	3 / 4	-	Chenal à deux niveaux en formation n. Lit encaissé?	39 à 58	
	Embr. Morin-Gauthier	T	EMOG-1	1	-72,62791	45,70286	2017-07-18	I	lente à nulle	lentique	nulle	normal	claire	100	2 / 2,5	phragmite	Pêche difficile; bcp de végétation dans C.E.	55 à 67	
				2			2017-09-08	I	lente à nulle	lentique	nulle	normal	claire	100	2 / 2,5	-	Pêche difficile; bcp de végétation dans C.E.	59 à 81	
Minimum														100	1 / 1				
Maximum														100	3 / 4				
Brome-Missisquoi	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-0	1	-72,92464	45,25824	2017-07-11	I	modérée	laminaire	nulle	normal	claire	100	3 / 3	phragmite	Pas/peu de chenal d'écoulement; bcp de graminées dans le lit du C.E.	2,3, 18-29, 59	
				2			2017-08-29	I	lente à nulle	lentique	nulle	normal	claire	100	3 / 3	-	Chenal envahit par graminés; eau libre là où arbres limitent herbacés.	10 à 27	
	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-500	1	-72,93320	45,25804	2017-07-11	I	modérée	laminaire	nulle	normal	claire	100	1,5 / 1,5	-	Chenal d'étiage visible	30 à 55	
				2			2017-08-29	I	lente à nulle	lentique	nulle	normal	claire	100	1,5 / 1,5	-	Chenal envahit par graminés; eau libre là où arbres limitent herbacés.	30 à 56	
	C.E. Poulin	T	POUt1	1	-72,92849	45,23391	2017-07-13	I	modérée	laminaire	faible	normal	claire	100	3 / 3	-	Témoin en voie de renaturalisation; pas homogène.	8 à 36	
			2			2017-09-01	I	lente à nulle	lentique	faible	normal	claire	100	3 / 3	-		87 à 125		
Minimum														100	1,5 / 1,5				
Maximum														100	3 / 3				
Marguerite-d'Youville	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-0	1	-73,39474	45,71268	2017-07-04	I	modérée	lentique	nulle	normal	turbide	100	1 / 2	phragmite	PAS DE PÊCHE; chenal trop étroit/tressé, subdivisé par <i>typha</i> .	36 à 46, 60	
				2			2017-08-17	I	lente à nulle	lentique	nulle	étiage	turbide	100	1 / 2	-	PAS DE PÊCHE car peu d'écoulement et très peu ou pas d'eau.	123 à 126	
	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-1050	1	-73,40105	45,71625	2017-07-04	I	lente à nulle	lentique	nulle	normal	très turbide	100	1 / 0	phragmite	Bcp vase (<40 cm). Fosse aval ponceau : T°: 17,1 O2:39,6%, pH:7,0	4 à 11	
				2			2017-08-16	I	lente à nulle	lentique	nulle	étiage	très turbide	100	1 / 0	-	Poissons respirent surface (fosse). Bcp de vase + végétation en décomposition.	3 à 38	
	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-1100	1	-73,39789	45,71922	2017-07-04	I	lente à nulle	lentique	nulle	normal	très turbide	100	1,5 / 1	phragmite	Algues filamenteuses, vase (<20 cm)	12 à 35	
				2			2017-08-16	I	lente à nulle	lentique	nulle	étiage	très turbide	100	1,5 / 1	-	Poissons morts dans fosse amont. Bcp de vég. aquat. en décomposition. Vase.	47 à 60	
	Rau Notre-Dame	T	NDt1	1	-73,38061	45,72268	2017-07-05	I	lente à nulle	lentique	nulle	normal	turbide	100	0,5 / 0,5	phragmite	Beaucoup d'algues filamenteuses.	61 à 76	
				2			2017-08-17	I	lente à nulle	lentique	nulle	étiage	turbide	100	0,5 / 0,5	-		84 à 107	
	Rau Notre-Dame	T	NDt2	1	-73,37833	45,72498	2017-07-05	I	lente à nulle	lentique	nulle	normal	turbide	100	0,5 / 0,5	phragmite	Bcp d'algues filamenteuses; pas de capture sous celles-ci.	78 à 94	
			2			2017-08-17	I	lente à nulle	lentique	nulle	étiage	turbide	100	0,5 / 0,5	-	Bcp de filamenteuses. Vase molle : 5 à 30 cm (moy.: 10cm).	108 à 120		
Minimum														100	0,5 / 0				
Maximum														100	1,5 / 2				
Acton	Rau Cressey	C	Cressey	1	-72,63160	45,69910	2017-07-18	P	modérée	laminaire	élevée	normal	claire	100	10 / 10	-	Les vaches ont accès au C.E. ; crée de l'érosion	94 à 125	
				2			2017-09-08	P	modérée	laminaire	élevée	élevé	turbide	100	10 / 10	-	Présence de cailloux, gravier et galet au seuil. Accès des vaches au c.e.	2 à 37	
BM	C.E. Poulin	C	POUL	1	-72,92287	45,25933	2017-07-11	P	modérée	laminaire	faible	normal	claire	100	3 / 3	phragmite	Algues filamenteuses, chenal 2 niveaux, élodée + potamot crépu.	4 à 16	
				2			2017-08-29	P	modérée	laminaire	faible	normal	claire	100	3 / 3	-		57 à 84	
MdY	Rau Notre-Dame	C	ND-AVAL	1	-73,39758	45,71151	2017-07-04	P	modérée	laminaire	modéré	normal	turbide	100	0,8 / 0,8	-		47 à 58	
				2			2017-08-16	P	lente à nulle	lentique	modéré	étiage	très turbide	100	0,8 / 0,8	-	Fosse aval ponceau : T°22,5°C, O2:54,1%pH:8,0 cond:731 Fosses = refuge	61 à 83	
Minimum														100	0,8 / 0,8				
Maximum														100	10 / 10				

¥ Selon la Banque de données topographiques du Québec
* Absence de prise de données

Identification					Lit d'écoulement																	Berges, talus					Physico-chimie									
					Dimensions				Substrat				Couvert plantes aquatiques									Couvert végétation														
MRC	Cours d'eau (Ruisseau, Cours d'eau, Embranchement)	Type (Bonifié, Témoin, Collecteur)	Station	Campagne	Largeur moyenne mouillée (m)	Largeur moyenne au DPB (m)	Hauteur d'eau moyenne mouillée (m)	Hauteur d'eau maximale mouillée (m)	Hauteur d'eau moyenne au DPB (m)	Substrat dominant	Substrat sous-dominant	État du substrat [Déposition, Propre, Compact]	Quantité d'abris [Absent, Modéré, E: éparse, V: élevé]	Nombre de seuils	Hauteur maximale des seuils (m)	Nombre de fosses (n naturel / n artificiel)‡	Prof. maximale des fosses (m)	Nombre de ponceaux : franchissables / infranch.	Présence de drains (oui / non relevé)	Couvert ombragé de la zone mouillée (%)	Submergée (%) †	Flottante (%) †	Émergente (%) †	Épiphyte (%) †	Plantes aquatiques (% couverture totale)	Herbacée (% RG / % RD)	Arbustive (% RG / % RD)	Arborescente (% RG / % RD)	Substrat des berges (dominant et sous- dom.)	Pente des berges [abrupte, modérée]	Érosion des berges [absente, faible, modéré]	Température de l'air (°C)	Température de l'eau (°C)	pH	Saturation en oxygène dissous (%)	Conductivité (µS/cm)
Acton	Rau Miclette-Gauthier	B	CMIG	1	1,5	-	0,15	0,40	-	A	L	D	abs	0	-	0 / 2	0,40	1 / 0	o	95	0	0	98	0	98	100	0 / 0	0 / 0	A-L	mod	abs	29,0	16,4	7,4	47,8	578
	Rau Miclette-Gauthier	B	CMIG	2	1,5	-	0,15	0,40	-	A	L	D	abs	0	-	0 / 2	0,40	-	-	95	0	0	98	0	98	100	0 / 0	0 / 0	A-L	mod	abs	17,5	14,7	*	62,9	513
	Embr. Morin-Gauthier	T	EMOG-0	1	0,6	-	0,10	0,30	-	A	L	D	abs	0	-	0 / 1	0,35	0 / 0	o	95	0	0	95	0	95	98 / 100	2 / 0	1 / 0	A-L	mod	abs	*	*	*	*	*
	Embr. Morin-Gauthier	T	EMOG-0	2	0,6	-	0,20	0,40	-	A	L	D	abs	0	-	0 / 1	0,45	-	-	95	0	0	95	0	95	98 / 100	2 / 0	1 / 0	A-L	mod	abs	17,5	14,9	*	88,9	532
	Embr. Morin-Gauthier	T	EMOG-1	1	0,9	-	0,20	0,40	-	A	L	D	abs	1	0,40	0 / 1	0,30	0 / 1	o	95	0	0	95	0	95	98 / 98	2 / 2	0 / 0	A-L	mod	abs	25,0	14,9	7,5	88,9	574
	Embr. Morin-Gauthier	T	EMOG-1	2	0,9	-	0,20	0,45	-	A	L	D	abs	1	0,40	0 / 1	0,40	-	-	95	0	0	95	0	95	98 / 98	2 / 2	0 / 0	A-L	mod	abs	17,5	14,8	*	81,5	533
Minimum					0,6	0,0	0,10	0,30	0,00					0	-	0 / 1	0,30	0 / 0		95	0	0	95	0	95	98 / 98	0 / 0	0 / 0				17,5	14,7	7,4	47,8	513
Maximum					1,5	0,0	0,20	0,45	0,00					1	0,40	0 / 2	0,45	1 / 1		95	0	0	98	0	98	100 / 100	2 / 2	1 / 0				29,0	16,4	7,5	88,9	578
Brome-Missisquoi	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-0	1	2,8	4,4	0,05	0,10	0,70	L	A	D	abs	0	-	0	-	1 / 0	o	10	2	0	95	0	97	98 / 89	2 / 10	0 / 1	A-L	mod	abs	24,7	19,9	7,7	67,6	465
	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-0	2	2,8	-	0,10	0,20	-	L	A	D	abs	0	-	0	-	-	-	10	2	0	95	0	97	98 / 89	2 / 10	0 / 1	A-L	mod	abs	21,5	12,7	*	75,1	500
	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-500	1	4,4	-	0,05	0,40	-	L	A	Cet D	E	0	-	0	-	1 / 0	o	25	5	5	80	0	90	95 / 80	2 / 5	3 / 15	A-L	mod	abs	29,8	19,4	7,4	91,7	463
	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-500	2	4,4	-	0,10	0,50	-	L	A	D	E	0	-	0	-	-	-	25	5	5	80	0	90	95 / 80	2 / 5	3 / 15	A-L	mod	abs	22,0	14,8	*	80,4	498
	C.E. Poulin	T	POUt1	1	1,7	4,5	0,12	0,15	0,90	L	sable	Pet C	V	0	-	0 / 1	0,40	0 / 0	n	60	0	0	50	0	50	38 / 38	60 / 60	2 / 2	A-L	mod	faible	17,5	15,9	8,5	125,2	450
	C.E. Poulin	T	POUt1	2	1,7	-	0,15	0,20	-	sable	L	Pet C	V	0	-	0 / 1	0,50	-	-	60	0	0	50	0	50	38 / 38	60 / 60	2 / 2	A-L	mod	faible	12,5	11,5	*	94,6	470
Minimum					1,7	4,4	0,05	0,10	0,70					0	-	0 / 0	0,40	0 / 0		10	0	0	50	0	50	38 / 38	2 / 5	0 / 1				12,5	11,5	7,4	67,6	450
Maximum					4,4	4,5	0,15	0,50	0,90					0	-	0 / 1	0,50	1 / 0		60	5	5	95	0	97	98 / 89	60 / 60	3 / 15				29,8	19,9	8,5	125,2	500
Marguerite-d'Youville	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-0	1	3,4	5,4	0,08	0,13	1,00	A	L	D	abs	0	-	0	-	0 / 0	o	2	20	0	65	0	85	95 / 100	5 / 0	0 / 0	A-L	abr	faible	26,0	24,8	8,0	101,7	701
	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-0	2	0,3	-	0,05	0,10	-	A	L	D	abs	0	-	0	-	-	-	2	20	0	70	0	90	95 / 100	5 / 0	0 / 0	A-L	abr	faible	22,0	*	*	*	*
	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-1050	1	4,2	6,2	0,15	0,20	0,85	A	L	D	E	0	-	0 / 1	0,80	0 / 0	o	2	50	3	32	0	85	97 / 99	3 / 1	0 / 0	A-L	abr	abs	23,0	18,1	7,4	82,2	693
	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-1050	2	2,8	-	0,08	0,15	-	A	organique	D	E	0	-	0 / 1	0,80	-	-	2	45	1	40	0	86	97 / 99	3 / 1	0 / 0	A-L	mod	abs	21,4	20,4	8,1	1,5	1341
	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-1100	1	4,6	7,1	0,12	0,15	0,90	A	L	D	abs	0	-	0 / 1	0,80	1 / 0	o	20	60	0	15	5	80	52 / 57	45 / 40	3 / 3	A-L	abr	abs	25,0	18,4	7,7	71,0	691
	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-1100	2	2,1	-	0,07	0,15	-	A	organique	D	abs	0	-	0 / 1	0,70	-	-	20	75	1	15	0	91	52 / 57	45 / 40	3 / 3	A-L	abr	abs	22,0	19,7	7,8	3,6	1233
	Rau Notre-Dame	T	NDt1	1	3,4	5,3	0,35	0,45	1,30	A	L	D	abs	0	-	0 / 2	0,90	1 / 0	o	0	95	0	5	0	100	100	0 / 0	0 / 0	A-L	abr	abs	27,0	20,0	7,8	126,4	775
	Rau Notre-Dame	T	NDt1	2	2,8	-	0,20	0,30	-	A	L	D	abs	0	-	0 / 2	0,75	-	-	0	60	0	5	0	65	100	0 / 0	0 / 0	A-L	abr	abs	24,0	18,8	8,5	82,1	460
	Rau Notre-Dame	T	NDt2	1	3,4	5,3	0,35	0,45	1,30	A	L	D	abs	0	-	0	-	1 / 0	o	0	95	0	5	0	100	100	0 / 0	0 / 0	A-L	abr	abs	26,0	20,8	8,1	163,5	776
	Rau Notre-Dame	T	NDt2	2	2,8	-	0,20	0,25	1,30	A	L	D	abs	0	-	0	-	-	-	5	70	0	5	0	75	100	0 / 0	0 / 0	A-L	abr	abs	24,0	23,5	8,1	108,0	505
Minimum					0,3	5,3	0,05	0,10	0,85					0	-	0 / 0	0,70	0 / 0		0	20	0	5	0	65	52 / 57	0 / 0	0 / 0				21,4	18,1	7,4	1,5	460
Maximum					4,6	7,1	0,35	0,45	1,30					0	-	0 / 2	0,90	1 / 0		20	95	3	70	5	100	100 / 100	45 / 40	3 / 3				27,0	24,8	8,5	163,5	1341
Acton	Rau Cressey	C	Cressey	1	3,6	-	0,70	1,10	-	sable	A	Pet C	mod	1	0,10	5 / 0	1,10	0 / 0	n	0	2	0	0	0	2	95 / 95	1 / 0	0 / 0	A-L	abr	mod	30,0	20,1	8,1	112,5	392
	Rau Cressey	C	Cressey	2	3,8	-	0,80	1,20	-	sable	A	Pet C	mod	0	-	5 / 0	1,20	-	-	0	2	0	0	0	2	95 / 95	1 / 1	0 / 0	A-L	abr	mod	17,5	14,3	*	90,8	411
BM	C.E. Poulin	C	POUL	1	4,2	5,5	0,60	0,90	1,40	L	sable	C	E	0	-	6 / 0	1,00	1 / 0	o	5	30	2	18	0	50	97 / 87	3 / 3	0 / 10	A-L	mod	abs	26,0	17,9	7,6	78,4	490
	C.E. Poulin	C	POUL	2	4,2	-	0,60	0,90	-	L	sable	C	E	0	-	6 / 0	1,00	-	-	5	40	2	28	0	70	97 / 87	3 / 3	0 / 10	A-L	mod	abs	22,0	14,7	*	82,7	503
MdY	Rau Notre-Dame	C	ND-AVAL	1	1,1	3,0	0,40	0,60	1,00	A	L	C	E	0	-	0 / 2	1,00	1 / 0	n	0	25	0	25	0	50	100	0 / 0	0 / 0	A-L	abr	mod	26,1	25,0	8,5	159,7	684
	Rau Notre-Dame	C	ND-AVAL	2	1,0	-	0,15	0,35	-	A	L	D	E	0	-	0 / 2	0,80	-	-	0	20	0	35	0	55	100	0 / 0	0 / 0	A-L	abr	mod	22,0	20,6	8,0	54,6	727
Minimum					1,0	3,0	0,15	0,35	1,00					0	-	0 / 0	0,80	0 / 0		0	2	0	0	0	2	38 / 38	2 / 5	0 / 1				17,5	14,3	7,6	54,6	392
Maximum					4,2	5,5	0,80	1,20	1,40					0	-	0 / 1	1,20	1 / 0		5	40	2	35	0	70	98 / 89	60 / 60	3 / 15				30,0	25,0	8,5	159,7	727

* Absence de prise de données

‡ Les fosses sont comptabilisées selon leur origine (naturelle ou anthropique). Les fosses d'origine anthropique sont généralement reliées à la présence d'un ponceau.

† L'addition des proportion représente le couvert total.

A : Argile

L : Limon

Annexe 3b Caractérisation biophysique des cours d'eau suivis (bonifié, témoin ou collecteur) selon la campagne de l'année 2019

Identification							Caractéristiques générales									Notes station		Photos (toutes prises)
MRC	Cours d'eau (Ruisseau, Cours d'eau, Embranchement)	Type (Bonifié, Témoin, Collecteur)	Station	Campagne	Longitude aval station (Degré décimal)	Latitude aval station (Degré décimal)	Date (AAAA-MM-JJ)	Type d'écoulement ^z (Intermittent, Permanent)	Vitesse du courant	Dynamique d'écoulement	Sinuosité	Niveau d'eau	Transparence de l'eau	Usages agricoles des sols concomitants à la station (% couverture)	Largeur du replat de talus, rive gauche / rive droite (m)			
Acton	Rau Miclette-Gauthier	B	CMIG	1	-72,62952	45,70599	2019-06-13	I	lente ou nulle	laminaire	nulle	normal	claire	100	0,7 / 0,7	phragmite	Peu d'eau. Bcp d'algues, aspect gélatineux. Pas de macroinvertébrés. Amont : décrochement tal	1 à 37
Acton	Rau Miclette-Gauthier	B	CMIG	2			2019-09-05	I	lente ou nulle	lenticue	nulle	étiage	claire	100	0,7 / 0,7	-	Très peu d'eau. Sections à sec. Bcp de végétation lit. Encaissement C.E. section aval (≤ 10m), érosio	413 à 490
Acton	Embr. Morin-Gauthier	T	EMOG-0	1	-72,62963	45,70292	2019-06-13	I	lente ou nulle	laminaire	faible	normal	claire	100	2 / 2	phragmite	Alternance "seuils-fosses". Vase ≈ 5 cm. "Lit mineur". DPB non visible.	38 à 57
Acton	Embr. Morin-Gauthier	T	EMOG-0	2			2019-09-05	I	lente ou nulle	lenticue	faible	étiage	claire	100	2 / 2	-	Peu d'eau, ø écoulement. Encaissement lit mineur (H : [0,3-1,0 m]; l : 0,7 m). ø vase. Bcp plantes	343 à 379
Acton	Embr. Morin-Gauthier	T	EMOG-1	1	-72,62791	45,70286	2019-06-13	I	modérée	laminaire	nulle	normal	claire	100	0,5 / 8	phragmite	Vase ≈ 3 cm. Très peu d'eau. Pas de pêche, habitat = nul; C.E. entretenu 26-05-2019. Drains très	58 à 72
Acton	Embr. Morin-Gauthier	T	EMOG-1	2			2019-09-05	I	lente ou nulle	lenticue	nulle	étiage	claire	100	0,5 / 8	-	Peu d'eau; en grande partie à sec malgré pluie des derniers 24h (15 mm) et 96h (>40 mm). Sectio	380 à 408
Minimum														100	0,5 / 0,7			
Maximum														100	2 / 8			
BM	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-8	1	-72,92464	45,25824	2019-07-16	I	lente ou nulle	lenticue	nulle	normal	claire	100	6 / 6	phragmite	Vase ≈ 10 cm. Barrage de castor dans Poulin → niveau d'eau plus élevé que normal. O ₂ quasi nul	5866 à 5875
BM	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-8	2			2019-08-29	I	lente ou nulle	lenticue	nulle	étiage	claire	100	6 / 6	-	Vase ≈ 10 cm. Bcp macroinvertéb. ø écoulemt. Barrag. castors Poulin éliminés. Fosse = refuge (bd	167-176; 199-210
BM	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-50	1	-72,92525	45,25822	2019-07-16	I	lente ou nulle	lenticue	nulle	normal	claire	100	6 / 6	-	O ₂ POU6-50 > POU6-8; ø écoulement et peu épais d'eau, présence de végétation.	5877 à 5890
BM	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-50	2			2019-08-29	I	lente ou nulle	laminaire	faible	étiage	claire	100	6 / 6	-	Écoulement concentré dans "lit mineur". Arbustes petits; s'apparentent à herbacées. ø capture	177-191; 211-218
BM	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-175	1	-72,92683	45,25814	2019-07-16	I	lente ou nulle	laminaire	nulle	normal	claire	100	6 / 6	-	Très peu d'eau. Bcp libellules, demoiselles, hémiptères. 1 poisson observé (< 20 mm).	5891 à 5902
BM	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-175	2			2019-08-29	I	lente ou nulle	lenticue	faible	étiage	claire	100	6 / 6	-	ø capture. Présence de filamenteuses. Les herbacées du "2e niveau" forment un bon couvert om	192-198; 219-231
BM	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-750	1	-72,93403	45,25804	2019-07-16	I	modérée	laminaire	nulle	normal	claire	100	6 / 6	-	Pls poissons groupés amont amas de branches. Algues filamenteuses/mousseuses aval tronçon	5903 à 5915
BM	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-750	2			2019-08-29	I	lente ou nulle	lenticue	faible	étiage	claire	100	6 / 6	-	Lit mineur encaissé ≈ 50 cm. Alternance "seuils-mouilles". Débris ligneux. Fosses = refuge (bcp ca	232 à 264
BM	C.E. Poulin	T	POUt1	1	-72,92849	45,23391	2019-07-18	I	lente ou nulle	laminaire	faible	normal	claire	100	2,5 / 2,5	-	Pêche ardue (bcp tiges/souches). Algues filamenteuses ≈ 50% tronçon. Bcp poissons < 20 mm no	145 à 164
BM	C.E. Poulin	T	POUt1	2			*	*	*	*	*	*	*	100	*	*	*	*
BM	C.E. Poulin	T	POUt3	1	-72,93043	45,23914	2019-07-18	I	lente ou nulle	laminaire	faible	normal	claire	100	2 / 3	-	Algues filamenteuses ≈ 30% tronçon.	165 à 175
BM	C.E. Poulin	T	POUt3	2			2019-08-29	I	lente ou nulle	laminaire	faible	étiage	claire	100	2 / 3	-	Bcp gastéropodes. Substrat varié : sable, gravier, cailloux, galets.	267 à 303
Minimum														100	2 / 2,5			
Maximum														100	6 / 6			
MdY	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-0	1	-73,39474	45,71268	2019-06-06	P	modérée	laminaire	nulle	normal	turbide	100	1 / 1	phragmite	Bcp gastéropodes, qq. sangsues.	22 à 39
MdY	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-0	2			2019-08-22	P	lente ou nulle	lenticue	nulle	étiage	turbide	100	1 / 1	-	Eau concentrée dans chenal d'étiage. Bcp de mat. org. en décomposition. Poissons là où plus	50 à 90
MdY	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-1050	1	-73,40105	45,71625	2019-06-06	P	lente ou nulle	laminaire	nulle	normal	turbide	100	0,5 / 0,5	phragmite	Vase ≈ 10-15 cm (max : 40 cm). Tortue serpentine ≈ 30 cm. Peu de poissons.	40 à 55
MdY	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-1050	2			2019-08-22	P	lente ou nulle	lenticue	nulle	étiage	turbide	100	0,5 / 0,5	-	sortant du substrat ø odeur). Bcp tétards et grenouilles léopard. Fosses = refuge (captures	91 à 115
MdY	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-1100	1	-73,39789	45,71922	2019-06-06	P	lente ou nulle	laminaire	nulle	normal	turbide	100	1,5 / 1	phragmite	Vase ≈ 10 cm. Peu de poissons.	56 à 61
MdY	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-1100	2			2019-08-20	P	*	*	*	*	*	100	*/ *	*	Pas de pêche; trop peu d'eau.	-
MdY	Rau Notre-Dame	T	NDt1	1	-73,38061	45,72268	2019-06-07	P	modérée	laminaire	nulle	normal	turbide	100	0,5 / 0,5	phragmite	Vase ≈ 15 cm. Nid d'épinoche trouvé avec œufs. Pls poissons gravides.	62 à 69
MdY	Rau Notre-Dame	T	NDt1	2			2019-08-22	P	lente ou nulle	lenticue	nulle	étiage	turbide	100	0,5 / 0,5	-	Peu d'eau. Vase : x = 15 cm. Bcp gastéropodes. Haut de talus (RD): herbes jaunies ou mortes. Bcp de signes de présence	116 à 134
MdY	Rau Notre-Dame	T	NDt2	1	-73,37833	45,72498	2019-06-07	P	modérée	laminaire	nulle	normal	turbide	100	0,5 / 0,5	phragmite	Vase ≈ 10 cm.	70 à 72
MdY	Rau Notre-Dame	T	NDt2	2			*	*	*	*	*	*	*	100	*/ *	*	-	-
Minimum														100	0,5 / 0,5			
Maximum														100	1,5 / 1			
Acton	Rau Cressey	C	CRESSEY	1	-72,63160	45,69910	2019-07-23	P	modérée	laminaire	élevée	normal	turbide	100	10 / 10	-	Peu turbide. Vaches ayant accès au cours d'eau. Caillou, gravier, galet au seuil.	120 à 146
Acton	Rau Cressey	C	CRESSEY	2			2019-09-06	P	modérée	laminaire	élevée	étiage	claire	100	10 / 7	-	DELt nombreux (points noir, rougeurs). Caillou, gravier, galet au seuil.	511 à 555
BM	C.E. Poulin	C	POUL	1	-72,92287	45,25933	2019-07-18	P	lente ou nulle	laminaire	faible	élevé	turbide	100	3 / 4	phragmite	2 barrages castors; modifient dynamique d'écoulement. Tortue non identifiée, environ 20 cm de	189 à 213
BM	C.E. Poulin	C	POUL	2			2019-08-30	P	lente ou nulle	laminaire	faible	étiage	claire et turt	100	3 / 4	-	Vase ≈ 5 cm. 2 barrages éliminés récemment, mais un tjrs présent ≈ 300 m en amont de br.6, H	311 à 338
MdY	Rau Notre-Dame	C	ND-AVAL	1	-73,39758	45,71151	2019-06-07	P	modérée	laminaire	modéré	normal	turbide	100	0,8 / 0,8	phragmite		73 à 79
MdY	Rau Notre-Dame	C	ND-AVAL	2			2019-08-23	P	lente ou nulle	lenticue	modéré	étiage	turbide	100	0,8 / 0,8	-	Une partie de l'échantillon perdue (< 25 %)	136 à 158
Minimum														100	0,8 / 0,8			
Maximum														100	10 / 10			

¥ Selon la Banque de données topographiques du Québec
* Absence de prise de données

Identification				Lit d'écoulement																				Berges, talus						Physico-chimie						
				Dimensions					Substrat					Couvert plantes aquatiques										Couvert végétation												
MRC	Cours d'eau (Ruisseau, Cours d'eau, Embranchement)	Type (Bonifié, Témoin, Collecteur)	Station	Campagne	Largeur moyenne relevée (m)	Largeur moyenne au DPB (m)	Hauteur d'eau moyenne mouillée (m)	Hauteur d'eau maximale mouillée (m)	Hauteur d'eau moyenne au DPB (m)	Substrat dominant	Substrat sous-dominant	État du substrat [Déposition, Propre, Compact]	Quantité d'abris [Absent, Modéré, E: éparse, V: élevé]	Nombre de seuils	Hauteur maximale des seuils (m)	Nombre de fosses (n naturel / n artificiel)‡	Prof. maximale des fosses (m)	Nombre de ponceaux : franchissables / infranch.	Présence de drains (oui / non relevé)	Couvert ombragé de la zone mouillée (%)	Submergée (%) †	Flottante (%) †	Émergente (%) †	Épiphyte (%) †	Plantes aquatiques (% couverture totale)	Herbacée (% RG / % RD)	Arbustive (% RG / % RD)	Arborescente (% RG / % RD)	Substrat des berges (dom. et sous-dom.)	Pente des berges [abrupte, modérée]	Érosion des berges [absente, faible, modérée]	Température de l'air (°C)	Température de l'eau (°C)	pH	Saturation en oxygène dissous (%)	Conductivité (µS/cm)
Acton	Rau Miclette-Gauthier	B	CMIG	1	1,80	3,00	0,15	0,25	0,60	A	L	D	abs	0	-	0	-	1 / 0	o	0	5	0	80	0	85	100	0	0	A / L	mod	mod	15,3	15,7	7,9	145	404
Acton	Rau Miclette-Gauthier	B	CMIG	2	0,40	*	0,01	0,05		A	L	C	abs	0	-	0	-	-	-	90	0	0	95	0	95	100	0	0	L / A	-	-	21,0	*	*	*	*
Acton	Embr. Morin-Gauthier	T	EMOG-0	1	0,60	*	0,15	0,20		A	L	D	E	4	0,05	10 / 0	0,25	0 / 0	o	2	0	0	70	0	70	98 / 100	2 / 0	0	A / L	mod	faible	17,3	17,4	8,6	118	351
Acton	Embr. Morin-Gauthier	T	EMOG-0	2	0,30	*	0,05	0,15		A	L	C	abs	0	-	0	-	-	-	98	0	0	80	0	80	98 / 100	2 / 0	0	A / L	-	-	20,4	11,9	7,7	51	375
Acton	Embr. Morin-Gauthier	T	EMOG-1	1	1,00	*	0,03	0,05		A	L	D	abs	0	-	0	-	1 / 0	o	0	0	0	1	1	2	20 / 20	0	0	L / A	mod	faible	17,4	*	*	*	*
Acton	Embr. Morin-Gauthier	T	EMOG-1	2	0,00	*	0,01	0,02		A	L	C	abs	0	-	0	-	-	-	10	0	0	30	0	30	95 / 95	0	0	L / A	-	-	20,4	*	*	*	*
Minimum					0,00	*	0,01	0,02	0,60					0	0,05	0 / 0	0,25	0 / 0		0	0	0	1	0	2	20 / 20	0 / 0	0				15,3	11,9	7,7	51	351
Maximum					1,80	3,00	0,15	0,25	0,60					4	0,05	10 / 0	0,25	1 / 0		98	5	0	95	1	95	100 / 100	2 / 0	0				21,0	17,4	8,6	145	404
BM	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-8	1	2,00	*	0,60	0,70		A	L	D	abs	0	-	0	-	1 / 0	n	0	0	0	10	0	10	100	0	0	A / L	mod	abs	21,2	20,1	7,7	41	383
BM	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-8	2	1,70	*	0,12	0,20		A	L	D	abs	0	-	0	-	-	-	0	15	0	0	0	15	100	0	0	L / A	-	-	21,0	19,0	8,0	91	384
BM	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-50	1	2,90	*	0,10	0,15		A	L	D	abs	0	-	0	-	0 / 0	n	0	0	0	40	0	40	100	0	0	A / L	mod	abs	21,2	21,5	8,3	135	391
BM	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-50	2	0,65	*	0,03	0,05		sable	L	D	abs	0	-	0	-	-	-	75	0	0		0	0	95 / 95	5 / 5	0	A / L	-	-	22,0	*	*	*	*
BM	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-175	1	1,10	*	0,05	0,08		sable	L	C	abs	0	-	0	-	0 / 0	o	0	0	0	10	0	10	100	0	0	L / A	mod	faible	21,2	*	*	*	*
BM	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-175	2	0,80	*	0,05	0,08		sable	L	C	abs	0	-	0	-	-	-	80	40	0	10	0	50	95 / 95	5 / 5	0	L / A	-	-	22,0	*	*	*	*
BM	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-750	1	1,30	*	0,10	0,15		L	A	D	mod	1	0,08	0	-	0 / 0	n	5	0	0	0	0	0	100	0	0	L / A	douce	mod	21,2	*	*	*	*
BM	C.E. Poulin branche 6	B	POU6-750	2	1,30	*	0,12	0,20		gravier	L	Cet D	mod	0	-	5 / 0	0,60	-	-	40	20	8	20	0	48	95 / 95	5 / 5	0	L / A	-	-	22,0	*	*	*	*
BM	C.E. Poulin	T	POUt1	1	1,20	4,50	0,10	0,20	0,90	L	sable	Pet C	V	0	-	1 / 0	0,50	0 / 0	n	90	0	0	30	0	30	33 / 33	65 / 65	2 / 2	L / A	mod	faible	22,1	18,2	8,3	97	389
BM	C.E. Poulin	T	POUt1	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
BM	C.E. Poulin	T	POUt3	1	1,10	3,50	0,10	0,25	0,70	sable	gravier	Pet C	mod	0	-	0	-	1 / 0	n	20	0	0	15	0	15	98 / 95	2 / 5	0	L / A	mod	faible	22,0	25,2	8,9	174	418
BM	C.E. Poulin	T	POUt3	2	0,70	*	0,08	0,20	0,70	gravier	galet	C	mod	0	-	0	-	-	-	40	0	0	2	0	2	98 / 95	2 / 5	0	L / A	-	-	25,0	21,5	7,8	74	458
Minimum					0,65	3,50	0,03	0,05	0,70					0	0,08	0 / 0	0,50	0 / 0		0	0	0	0	0	0	33 / 33	0 / 0	0 / 0				21,0	18,2	7,7	41	383
Maximum					2,90	4,50	0,60	0,70	0,90					1	0,08	1 / 5	0,60	1 / 0		90	40	8	40	0	50	100 / 100	65 / 65	2 / 10				25,0	25,2	8,9	174	458
MdY	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-0	1	1,80	4,30	0,12	0,18	0,60	A	L	D	abs	2	0,20	0	-	0 / 0	o	0	45	0	5	0	50	95 / 100	5 / 0	0	A / L	mod	faible	20,4	15,1	8,0	110	574
MdY	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-0	2	0,40	*	0,08	0,13	0,60	A	L	D	abs	0	-	0	-	-	-	1	40	0	10	0	50	95 / 100	5 / 0	0	A / L	-	-	24,0	20,7	7,8	11	923
MdY	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-1050	1	2,50	5,80	0,12	0,15	0,70	A	L	D	abs	0	-	0	-	0 / 0	o	0	60	0	3	0	63	97 / 99	3 / 1	0	A / L	abr	faible	19,5	23,7	8,2	149	673
MdY	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-1050	2	0,40	*	0,07	0,10	0,70	A	L	D	abs	0	-	0	-	-	-	0	55	1	40	0	96	97 / 99	3 / 1	0	A / L	-	-	24,0	20,3	8,0	8	866
MdY	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-1100	1	2,50	6,70	0,15	0,20	1,50	A	L	D	abs	0	-	0	-	1 / 0	o	10	50	0	3	0	53	47 / 57	50 / 40	3 / 3	A / L	abr	abs	22,0	28,3	8,2	145	713
MdY	Rau Notre-Dame br.1	B	NDBR1-1100	2	0,45	*	0,03	0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MdY	Rau Notre-Dame	T	NDt1	1	3,30	4,60	0,20	0,25	0,70	A	L	D	abs	0	-	0	-	1 / 0	o	0	85	0	0	0	85	100	0	0	A / L	abr	mod	22,8	17,0	8,4	192	648
MdY	Rau Notre-Dame	T	NDt1	2	1,50	*	0,08	0,15	*	A	L	D	abs	0	-	0	-	-	-	0	58	0	39	0	97	100	0	0	A / L	-	-	25,8	24,0	8,1	115	464
MdY	Rau Notre-Dame	T	NDt2	1	3,10	4,30	0,15	0,20	0,60	A	L	D	abs	0	-	0	-	1 / 0	o	0	75	0	0	0	75	100	0	0	A / L	abr	abs	23,6	17,0	8,4	192	648
MdY	Rau Notre-Dame	T	NDt2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Minimum					0,40	4,30	0,03	0,05	0,60					0	-	0	-	0 / 0		0	40	0	0	0	50	47 / 57	0 / 0	0 / 0				19,5	15,1	7,8	8	464
Maximum					3,30	6,70	0,20	0,25	1,50					2	0,20	0	-	2 / 0		10	85	1	40	0	97	100 / 100	50 / 40	3 / 3				25,8	28,3	8,4	192	923
Acton	Rau Cressey	C	CRESSEY	1	3,60	*	0,60	1,10		sable	A	Cet D	mod	3	0,05	5 / 0	1,10	0 / 0	n	0	1	0	0	0	1	99 / 100	1 / 0	0	L / A	abr	mod	24,8	21,2	8,2	103	417
Acton	Rau Cressey	C	CRESSEY	2	3,60	*	0,50	1,00		sable	A	D	mod	5	0,08	5 / 0	1,20	-	-	0	1	0	1	0	2	100	0	0	L / A	-	-	18,4	16,8	7,9	82	368
BM	C.E. Poulin	C	POUL	1	4,20	5,50	0,50	0,80	1,40	L	A	D	E	2	0,35	2 / 0	0,80	1 / 0	o	5	45	0	10	0	55	97 / 87	3 / 3	0 / 10	L / A	mod	faible	22,0	22,9	7,6	69	452
BM	C.E. Poulin	C	POUL	2	1,05	*	0,12	2,00	1,40	sable	L	D	E	0	-	3 / 0	0,50	-	-	75	25	0	2	0	27	97 / 87	3 / 3	0 / 10	L / A	-	-	18,7	16,9	7,9	46	358
MdY	Rau Notre-Dame	C	ND-AVAL	1	2,40	3,20	0,30	0,40	0,90	A	L	Cet D	E	0	-	0 / 2	0,70	-	n	0	40	0	0	0	40	100	0	0	A / L	abr	mod	23,4	25,8	8,6	176	696
MdY	Rau Notre-Dame	C	ND-AVAL	2	0,90	*	0,12	0,20		A	L	D	E	0	-	0 / 1	0,50	-	-	0	15	0	25	0	40	100	0	0	A / L	-	-	24,0	17,6	7,8	83	678
Minimum					</																															

* Absence de prise de données
‡ Les fosses sont comptabilisées selon leur origine (naturelle ou anthropique). Les fosses d'origine anthropique sont généralement reliées à la présence d'un ponceau.
† L'addition des proportion représente le couvert total.

A : argile
L : limon

Annexe 4a Captures de poissons et effort de pêche selon le type de cours d'eau (bonifié, témoin ou collecteur) et la campagne pour les suivis effectués à la pêche électrique en 2017

2017	Stations	Campagne	Type	AMRU	CACO	CUIN	CYCA	CYSI	ETFL	ETNI	ETOL	FUDI	LECY	LEGI	LUCO	MIDO	MOAN	MOMA	NOCR	PHEO	PINO	PIPR	RHAT	RHCA	SEAT	SECO	UMLI	TOTAL	Nb sp	Effort (m)	Effort (s)	CPUE (n/s)	CPUE n/m	
Petits cours d'eau [Bonifié (B) + Témoin (T)]	MRC Acton	CMIG	1	B		19																					19	1	430	159	0,12	0,04		
			2	B		2	12																			9		23	3	300	163	0,14	0,08	
		Sous-total		B		2	31																			9		42	3	730	322	0,13	0,06	
		EMOG-0	1	T		63																				3		66	2	130	141	0,47	0,51	
			2	T		1	12																			37		50	3	130	103	0,49	0,38	
		EMOG-1	1	T																								0	0	215	110	0,00	0,00	
		2	T																								0	0	15	81	0,00	0,00		
	Sous-total		T		1	75																			40		116	3	490	435	0,27	0,24		
	MRC Brome-Missisquoi	POU6-0	1	B		1								1													1		4	4	285	185	0,02	0,01
			2	B		3	14																			1	2	20	4	585	210	0,10	0,03	
		POU6-500	1	B		2	9																				1	12	3	100	86	0,14	0,12	
			2	B		9	13								3												19	4	44	4	370	198	0,22	0,12
		Sous-total		B		14	37						1		3											21	2	2	80	7	1340	679	0,12	0,06
		POUt1	1	T		20	22			1		3															169	5	235	255	0,84	0,91		
		2	T		11	6		8						10								1	4		177	3	220	8	235	207	1,06	0,94		
	Sous-total				31	28		8	1		3			10								1	4		346	3	435	10	470	462	0,94	0,93		
	MRC Marguerite-d'Youville	NDBR1-0	1	B																								0		0	0			
			2	B																								0		0	0			
		NDBR1-1050	1	B			59						3										1			1		64	4	180	328	0,20	0,36	
			2	B		2	217						2							1			16			1		10	249	7	126	242	1,03	1,98
		NDBR1-1100	1	B		59																	10					69	2	150	157	0,44	0,46	
			2	B		1	118	2															6				1	128	5	100	86	1,49	1,28	
		Sous-total		B		3	453	2					5						1			33			2		11	510	8	556	813	0,63	0,92	
		NDt1	1	T		43							8							3	1		86				1	142	6	115	623	0,23	1,23	
			2	T		218							10										10			2	3	243	5	150	195	1,25	1,62	
		NDt2	1	T		25							3										16					44	3	105	385	0,11	0,42	
			2	T		2	137						8										13					160	4	180	255	0,63	0,89	
		Sous-total		T		2	423						29							3	1		125			2		4	589	8	550	1458	0,40	1,07
	Total tous B + T					53	1047	2	8	1		3	34	1		13				4	1		159	4		420	5	17	1772	16	4136	4169	0,43	0,43
	Cours d'eau collecteurs (C)	Acton	CRESSEY	1	C	6	1			7	2	11				21							11	6	11	14			90	10	190	231	0,39	0,47
				2	C	14	9			3		24				19							2	6	23	35			135	9	190	733	0,18	0,71
Sous-total			C	20	10				10	2	35				40							13		12	34			225	10	380	964	0,23	0,59	
B-M		POUL	1	C	15	23			1		1		3	3	49							3				20	2	15	135	11	150	781	0,17	0,90
			2	C	23	21		13				2		2		49				1		2				19	11	11	154	11	175	421	0,37	0,88
Sous-total			C	38	44		13	1			3		5	3	98						1	5			39	13	26	289	13	325	1202	0,24	0,89	
M-d'Y		ND-AVAL	1	C	10	14									1							4	36		13			78	6	100	542	0,14	0,78	
			2	C	18	98	2					6			2	35						25	61		78	1		326	10	100	155	2,10	3,26	
Sous-total			C	28	112	2						6			2	36						29	97		91	1		404	10	200	697	0,58	2,02	
Total tous C					86	166	2	13	11	2	44		5	5	174				1		47	97	12	34	179	14	26	918	18	905	2863	0,32	1,01	
TOTAL GÉNÉRAL (B + T + C)					139	1213	4	21	12	2	47	34	6	5	187				5	1	47	256	16	34	599	19	43	2690	20	5041	7032	0,38	0,53	

Annexe 4b Captures de poissons et effort de pêche selon le type de cours d'eau (bonifié, témoin ou collecteur) et la campagne pour les suivis effectués à la pêche électrique en 2019

2019	Stations	Campagne	Type	AMRU	CACO	CUIN	CYCA	CYSI	ETFL	ETNI	ETOL	FUDI	LECY	LEGI	LUCO	MIDO	MOAN	MOMA	NOCR	PHEO	PINO	PIPR	RHAT	RHCA	SEAT	SECO	UMLI	TOTAL	Nb sp	Effort (m)	Effort (s)	CPUE (n/s)	CPUE n/m	
Petits cours d'eau [Bonifié (B) + Témoin (T)]	MRC Acton	CMIG	1	B		2																			3			5	2	350	412	0,01	0,01	
		2	B																								0	0	230	141	0	0		
		s-t B Acton		B		2																			3			5	2	580	553	0,01	0,01	
		EMOG-0	1	T																								0	0	130	235	0	0	
		2	T																								0	0	130	132	0	0		
		EMOG-1	1	T																								0	0	0	0	0	0	
		2	T																								0	0	0	0	0	0		
		Sous-total		T																								0	0	260	367	0,00	0	
	MRC Brome-Missisquoi	POU6-8	1	B		2							1		2											16	7		28	5	42	121	0,23	0,67
		2	B		11	8		3				3	48	64		3			12		1	194		4	1		352	12	50	114	3,09	7,04		
		POU6-50	1	B		39	1		1	1				29					2						24	3		100	8	125	273	0,37	0,80	
		2	B																								0	0	70	61	0	0		
		POU6-175	1	B																								0	0	575	150	0	0	
		2	B																								0	0	112	46	0	0		
		POU6-750	1	B			339			2				2											16			359	4	200	199	1,80	1,80	
		2	B		87	383			2		5		4	140								81		131	6	1	840	10	200	169	4,97	4,20		
		Sous-total		B		139	731		4	5		5		4	54	235		3		14		1	275			191	17	1	1679	15	1374	1133	1,48	1,22
		POUT1	1	T			11			2														1		70		1	85	5	250	189	0,45	0,34
		2	T																								0	0	0	0	0	0		
		POUT3	1	T			3			3	3													30		100			139	5	110	182	0,76	1,26
		2	T			53			4	7														4		140			208	5	100	187	1,11	2,08
		Sous-total		T			67			9	10													35		310		1	432	6	460	558	0,77	0,94
	MRC Marguerite-d'Youville	NDBR1-0	1	B			13						2									74	71			2		2	164	6	500	377	0,44	0,33
		2	B			38						122										5	47			7		1	220	6	275	191	1,15	0,80
		NDBR1-1050	1	B			4						2															1	9	4	300	292	0,03	0,03
		2	B			117						99															11	284	4	250	194	1,46	1,14	
		NDBR1-1100	1	B			3						1										7	7					18	4	100	109	0,17	0,18
		2	B																									0	0	0	0	0	0	
		Sous-total		T			175						226									86	184			9		15	695	6	1425	1163	0,60	0,49
		Ndt1	1	T			2						8										43						53	3	170	395	0,13	0,31
		2	T			157							33							1				70				261	4	170	207	1,26	1,54	
		Ndt2	1	T			10							2									6						18	3	110	314	0,06	0,16
	Sous-total		T			169						43								1			119					332	4	450	916	0,36	0,74	
	Total tous B + T			T		139	1144		4	14		15	269	4	54	235		3		15		87	578	35		513	17	17	3143	17	4549	4690	0,67	0,69
Cours d'eau collecteurs (C)	Acton	CRESSEY	1	C		42	18		1	13	229				19							4		12	47	40		425	10	190	650	0,65	2,24	
		2	C		74	37			7	97					77							32	3	7	3	64		401	10	190	1016	0,39	2,11	
		Sous-total		C		116	55		1	20	326					96						36	3	19	50	104		826	11	380	1666	0,50	2,17	
	B-M	POUL	1	C	1	144	19		3	2	13		1	4	161				8			17	77	1		50	25	14	540	16	150	339	1,59	3,60
		2	C		85	93		3	2		19		8	21	50			5	7							9	3	1	584	14	175	356	1,64	3,34
		Sous-total		C	1	229	112		6	4		32		9	25	211			5	15		17	355	1		59	28	15	1124	17	325	695	1,62	3,46
	M-d'Y	ND-AVAL	1	C		4	9								11							41	53			10		128	6	100	345	0,37	1,28	
		2	C		21	186					3	49			17	1						155	232			20		684	9	100	213	3,21	6,84	
Sous-total			C		25	195					3	49			28	1					196	285			30		812	9	200	558	1,46	4,06		
Total tous C			C	1	370	362		7	24		361	49	9	25	335	1		5	15		249	643	20	50	193	28	15	2762	20	905	2919	0,95	3,05	
TOTAL GÉNÉRAL (B + T + C)				1	509	1506		11	38		376	318	13	79	570	1	3	5	30		336	1221	55	50	706	45	32	5905	21	5454	7609	0,78	1,08	

Acton – Cours d'eau Miclette-Gauthier (bonifié)



P5040227, 04-05-2017

Allure générale du cours d'eau au printemps; vue vers l'amont



P6130011, 15-06-2019

Allure générale du cours d'eau au début de l'été; vue vers l'amont



P7180081, 18-07-2017

Allure générale du cours d'eau en été; vue vers l'amont



P6130026, 15-06-2019

Épis et arbustes



P7180088, 18-07-2017

Montre la faible largeur et hauteur d'eau et l'envahissement du lit d'écoulement par les plantes



P6130027, 15-06-2019

État des berges



P9080127, 08-09-2017

Captures



P9050464, 05-09-2019

Montre le peu d'eau en étiage sévère



P9080091, 08-09-2017

Pochette d'eau plus large et profonde que l'ensemble général du cours d'eau



P9050423, 05-09-2019

Profondeur de l'incision du lit, à l'aval de la station CMIG

Acton – Embranchement Morin-Gauthier (témoin)



P5040223, 04-05-2017

Allure générale du cours d'eau au printemps; vue vers l'amont



P7180060, 18-07-2017

Allure générale du cours d'eau à l'été; vue vers l'amont



P7180074, 18-07-2017

Ponceau perché



P9080046, 08-09-2017

Poissons attroupés dans la fosse en aval du ponceau perché



P9050366, 05-09-2019

Aggravation de l'incision du lit en aval du cours d'eau (à hauteur de la taille)



P9050405, 05-09-2019

Allure générale du cours d'eau; vue vers l'aval (lit asséché à l'étiage)

Acton – Ruisseau Cressey (collecteur)



P9060546, 06-09-2019

Alternance seuil-mouille



P7230144, 23-07-2019

Accès des vaches au cours d'eau



P7230134, 23-07-2019

Allure générale du cours d'eau

Brome-Missisquoi – Branche 6 du cours d'eau Poulin (bonifié)



P7110024, 11-07-2017

Allure générale du cours d'eau; lit d'écoulement envahi par la végétation



P8290021, 29-08-2017

Allure générale du cours d'eau; lit d'écoulement plus ou moins envahi par la végétation, selon l'importance du couvert ombragé



P7110044, 11-07-2017

Zone en eau libre plus profonde et large, sous couvert arbustif



IMG_5868, 18-07-2019

Fosse aménagée à l'aval du cours d'eau



IMG_5886, 18-07-2019

Zone à méandres



IMG_5896, 18-07-2019

Allure du chenal à deux niveaux, zone peu profonde (eau concentrée dans chenal central)



P8290270, 29-08-2019

Allure générale de la section en chenal à deux niveaux (vue vers l'aval)



P8290211, 29-08-2019

Captures partielles



P8290260, 29-08-2019

Allure du chenal à deux niveaux, zone profonde (poissons rassemblés)

Brome-Missisquoi – Cours d'eau Poulin-tête (témoin)



P5250031, 25-05-2017

Allure générale du cours d'eau au printemps; vue vers l'amont (station POUt1)



P7180148, 18-07-2019

Allure générale du cours d'eau (aval de la station POUt1)



P7130017, 13-07-2017

Allure générale du cours d'eau en été (station POUt1)



P7180172, 18-07-2019

Allure générale du cours d'eau (aval de la station POUt3)

Brome-Missisquoi – Cours d'eau Poulin (collecteur)



Herbier (élodée, potamot)

P8290070, 29-08-2017



Allure générale du cours d'eau (sans barrage de castors)

P8290069, 29-08-2017



P7180212, 18-07-2019

Allure générale avant retrait des barrages de castors



P8300334, 30-08-2019

Allure générale après retrait des barrages de castors

Marguerite-d'Youville – Branche 1 du ruisseau Notre-Dame (bonifié)



P7040009, 04-07-2017

Allure générale du cours d'eau en été, vue vers l'amont (à l'aval de la station NDBR1-1050)



P8160016, 06-08-2017

Vase molle, section aval de la station NDBR1-1050



P8160032, 06-08-2017

Allure générale du cours d'eau en étiage, vue vers l'amont de la station NDBR1-1050



P8160051, 06-08-2017

Mortalité de poisson. La saturation en oxygène dissous était de 3,6 %.



P6060043, 06-06-2019

Allure générale du cours d'eau au début de l'été, vue vers l'amont (au centre de la station NDBR1-1050)



P6050002, 06-06-2019

Allure générale du cours d'eau au début de l'été, vue vers l'aval (à l'amont de la station NDBR1-1050)



P6060048, 06-06-2019

Allure générale du cours d'eau au début de l'été, vue vers l'aval (au centre de la station NDBR1-1050)



P8220102, 22-08-2019

Vase molle, section aval de la station NDBR1-1050; équivalent à l'état avant travaux



P8200039_cerc, 20-08-2019

Poissons respirant à la couche limite



P7040012, 04-07-2017

Allure générale du cours d'eau en été, vue vers l'amont (à l'aval de la station NDBR1-1100)



P7040018, 04-07-2017

Allure générale du cours d'eau en été, vue vers l'amont (à l'amont de la station NDBR1-1100)



P6060060, 06-06-2019

Allure générale du cours d'eau au début de l'été, vue vers l'amont (au centre de la station NDBR1-1100)



P8220080, 22-08-2019

Allure générale du cours d'eau en étiage, vue vers l'amont (au centre de la station NDBR1-0)



P6060037, 06-06-2019

Allure générale du cours d'eau au début de l'été, vue vers l'amont (à l'aval de la station NDBR1-0)



P8220089, 22-08-2019

Captures de la station NDBR1-0

Marguerite-d'Youville – Ruisseau Notre-Dame – tête (témoin)



P8170087, 17-08-2017

Allure générale du cours d'eau, vue vers l'amont



P8170115, 17-08-2017

Allure générale du cours d'eau, vue vers l'amont



P6070064, 07-06-2019

Allure générale du cours d'eau au début de l'été, vue vers l'aval

Marguerite-d'Youville – Ruisseau Notre-Dame (collecteur)



P7040049, 04-07-2017

Fosse artificielle générée par le ponceau (aval de la station)



P6070073, 07-06-2019

Allure générale du ruisseau Notre-Dame



P6070076, 07-06-2019

Allure générale du ruisseau Notre-Dame



**Forêts, Faune
et Parcs**

Québec

