

Développement d'un protocole d'échantillonnage d'œufs de grand brochet au filet troubleau dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre au printemps 2018

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS



Réalisation

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Direction générale du secteur central

Direction de la gestion de la faune Mauricie–Centre-du-Québec

100, rue Laviolette, bureau 207
Trois-Rivières (Québec) G9A 5S9
Téléphone : 819 371-6151
Courriel : mauricie.foret@mffp.gouv.qc.ca

Photographies des pages

Émilie Paquin

Auteurs

Émilie Paquin, biologiste
Philippe Brodeur, biologiste

Collaborateurs

Bruce Gélinas, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
Caroline Leblanc, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
Hélène Bernard, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
Rémi Bacon, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec
Catherine Greaves, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec
Geneviève Pelletier, Comité ZIP du lac Saint-Pierre

Révision

Amélie Bérubé, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec
Anne Veilleux, réviseure linguistique, Direction des communications, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

© Gouvernement du Québec

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2021

ISBN (PDF) : 978-2-550-90413-7

Référence à citer :

Paquin, E., et P. Brodeur. 2021. Développement d'un protocole d'échantillonnage d'œufs de grand brochet au filet troubleau dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre au printemps 2018. Gouvernement du Québec, Ministère des Forêts de la Faune et des Parcs. 12 pages et annexes

Résumé

Durant la crue printanière de 2018, de la recherche active d'œufs aux filets troubleaux le long de transects standardisés a été effectuée dans trois secteurs agricoles de la plaine inondable du lac Saint-Pierre. L'objectif de cet échantillonnage était d'élaborer un protocole permettant d'évaluer l'utilisation de champs inondés comme habitat de fraye du grand brochet (*Esox lucius*) et de décrire les habitats de reproduction. L'utilisation de champs expérimentaux agricoles a été comparée à celle de secteurs témoins situés à proximité et qui présentaient une végétation naturelle. Des échantillons standardisés de plantes ont été récoltés à chaque station afin de caractériser la structure et la densité du substrat de fraye. Aucun œuf n'a été récolté sur les sites expérimentaux agricoles. Des œufs de grand brochet ont été récoltés dans 44 % des stations témoins, soit celles présentant de la végétation naturelle propice à la reproduction de l'espèce. La densité de la végétation inondée, la proportion de paille ainsi que la masse de matière sèche dans les échantillons de plantes représentent les principales variables influençant la présence d'œufs. Une proportion de paille élevée principalement composée d'alpiste roseau (*Phalaris arundinacea*), couplée à une forte densité végétale, était le reflet d'une végétation qui n'avait pas été fauchée au cours de l'été précédent. Aucun œuf n'a été récolté dans les stations caractérisées par une végétation éparse ou absente principalement trouvée dans les parcelles expérimentales. Les résultats indiquent que le protocole expérimenté est efficace pour valider l'utilisation des secteurs inondés par le grand brochet. Des améliorations au protocole sont proposées, dont la prise de données de température en continu dans les secteurs échantillonnés durant la crue.

Table des matières

Résumé	I
Introduction	1
Matériel et méthode	2
Travaux de terrain et de laboratoire	2
Niveau d'eau	4
Influence des variables environnementales.....	4
Résultats	5
Niveau d'eau	5
Secteur Barette	5
Secteur Lavautre.....	6
Secteur Louiseville	7
Influence des variables environnementales.....	8
Discussion	9
Échantillonnage des oeufs	9
Échantillonnage de la végétation	10
Influence des variables environnementales.....	11
Références	12
Annexes	13

Introduction

Le lac Saint-Pierre possède la plus vaste plaine d'inondation en eaux douces au Québec en raison de sa topographie régionale plane et de ses fortes variations saisonnières de débit (MDDEFP 2013). Cette plaine inondée au printemps est utilisée par une quarantaine d'espèces de poissons, soit près de la moitié des espèces qui fréquentent le lac Saint-Pierre (MDDEFP 2013). En 2014, l'agriculture occupait plus de 5000 ha (environ 20 %) de la zone située entre la limite des basses eaux et la limite des crues de récurrence de deux ans (TCRLSP 2017). Alors qu'en 1950, l'agriculture dans le littoral était dominée par des pâturages et des cultures pérennes fourragères, une transition vers une agriculture intensive s'est traduite par une augmentation significative (estimée à 225 % entre 1950 et 1997) des cultures annuelles de maïs, soya et blé dans les dernières décennies (Richard *et al.* 2011). Plusieurs pratiques agricoles associées à ces cultures modifient les habitats fauniques, dont les habitats importants pour la fraye et l'alevinage du grand brochet (*Esox lucius*) et de la perchaude (*Perca flavescens*) au printemps (Lecomte *et al.* 2013; De La Chenelière *et al.* 2014). Étant donné l'état préoccupant des populations de ces deux espèces de poissons au lac Saint-Pierre (Paquin et Brodeur 2018; Magnan *et al.* 2017; Mailhot *et al.* 2015; De la Chenelière *et al.* 2014), des travaux sont en cours afin de promouvoir une agriculture durable compatible avec cet écosystème exceptionnel (Pôle d'expertise multidisciplinaire en gestion durable du littoral du lac Saint-Pierre du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques [MEDCC]). C'est dans ce contexte que, durant la crue printanière de 2018, des travaux ont été réalisés par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), en collaboration avec le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), afin d'élaborer et d'expérimenter un protocole permettant de mesurer l'utilisation, comme site de fraye par le grand brochet, de secteurs expérimentaux agricoles situés dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre et de décrire les variables environnementales influençant le choix des sites de ponte.

Matériel et méthode

Travaux de terrain et de laboratoire

La recherche active d'œufs aux filets troubleaux le long de transects standardisés identifiés *a priori* a été expérimentée pour mesurer l'utilisation, comme site de fraye du grand brochet, de champs agricoles et de sites témoins dans le littoral du lac Saint-Pierre. Cette méthode est inspirée du protocole utilisé dans le cadre d'études sur l'effet de l'envahissement du roseau commun sur l'habitat du grand brochet (Laroche 2011) et du suivi du projet d'aménagement faunique SARCEL 8 (Brodeur *et al.* 2016). Des données topographiques issues de relevés Lidar ont d'abord été utilisées pour répartir les stations sur les planches agricoles (stations expérimentales) afin de couvrir les différentes gammes d'élévations de chaque site. Des stations témoins de même élévation et présentant une végétation naturelle ont ensuite été couplées à chaque station expérimentale. L'objectif de ce couplage était de confirmer la présence de dépôt d'œufs et donc de reproducteurs dans le secteur d'échantillonnage et de comparer l'utilisation des stations témoins avec les stations expérimentales. La localisation des stations a ensuite été ajustée sur le terrain en raison des contraintes de niveau d'eau (repositionnement ou retrait de stations exondées ou présentant une profondeur de plus d'un mètre d'eau) et afin d'échantillonner des stations témoins pourvues de végétation naturelle (repositionnement des stations témoins sans végétation).

Chaque station d'échantillonnage était composée d'un transect d'échantillonnage linéaire de 20 m, orienté parallèlement à la station témoin (figure 1). L'emploi de transects linéaires a été choisi afin de faciliter l'échantillonnage des stations situées en bordure de forêts et de fossés. Chaque transect contenait quatre postes de recherche d'œufs distancés de 4 m afin de couvrir une superficie d'habitat homogène jugée représentative. À chaque poste d'échantillonnage, le substrat dénudé ou la végétation était balayé à l'aide d'un filet troubleau (34 cm sur 24 cm et profondeur de filet de 25 cm) sur une distance d'un mètre perpendiculairement au transect une première fois. L'opérateur se déplaçait ensuite sur une distance d'un mètre le long du transect et donnait un second coup de filet troubleau, puis répétait la séquence une troisième fois (figure 1). Deux tiges de métal attachées par une corde mesurant un mètre permettaient de standardiser la longueur des coups de troubleau et la distance entre les postes d'échantillonnage (figure 2). À chaque coup de troubleau, le nombre d'œufs (**œuf**) de grand brochet était noté ainsi que la profondeur d'eau en mètres (**prof**). Une caractérisation visuelle de la végétation était aussi réalisée à chaque coup de troubleau afin d'en décrire l'architecture (**archi**; Annexe 1) et la densité (**densite**; annexe 1). Les cotes d'architecture n'ont pas été intégrées aux résultats et aux analyses en raison d'un manque d'uniformité des mesures prises sur le terrain par les différentes équipes.

Pour caractériser plus précisément la végétation inondée à chaque station, un quadra circulaire (poubelle métallique sans fond mesurant 37,5 cm de diamètre et 63,5 cm de hauteur) était placé au centre du transect pour circonscrire un échantillon standardisé de végétation (figure 2). Lorsque les transects couvraient des secteurs de végétation hétérogènes ou en présence d'œufs, l'échantillonnage de la végétation était effectué au-dessus de la végétation la plus représentative du transect ou à l'emplacement exact où des œufs ont été récoltés. À l'aide d'une binette de jardin et d'une pousse, la végétation comprise dans le quadra était coupée au niveau du sol, récoltée, égouttée, mise dans un sac identifié et congelée. La transparence de l'eau en centimètres, mesurée à l'aide d'un disque de Secchi (**secchi**), ainsi que la température de l'eau en degrés Celsius (**temp**) étaient finalement mesurées à

proximité de la station. Les autres données qui ont été prises sur le terrain comprennent les coordonnées géospatiales du début et de la fin du transect et les caractéristiques du filet troubleau. En moyenne, une équipe de trois opérateurs pouvait échantillonner 10 stations par jour. En ce qui concerne les échantillons de plantes recueillis, au laboratoire, ceux-ci ont été décongelés, rincés, photographiés, séchés 24 heures à l'étuve à 103 Fahrenheit, puis pesés (**MS**; masse sèche en grammes). Juste avant de faire le séchage, une estimation visuelle du pourcentage de feuillage (**%herbe**), de paille (**%paille**) et de matière ligneuse (**%bois**) contenus dans les échantillons de plantes a été prise en note.

Figure 1. Schéma conceptuel des transects d'échantillonnage composés de quatre postes d'échantillonnage d'œufs distancés de 4 m dans lesquels trois coups de troubleau d'une longueur de 1 m (flèches jaunes) et distancé de 1 m étaient donnés perpendiculairement au transect. Une station d'échantillonnage de la végétation était aussi réalisée au centre du transect.

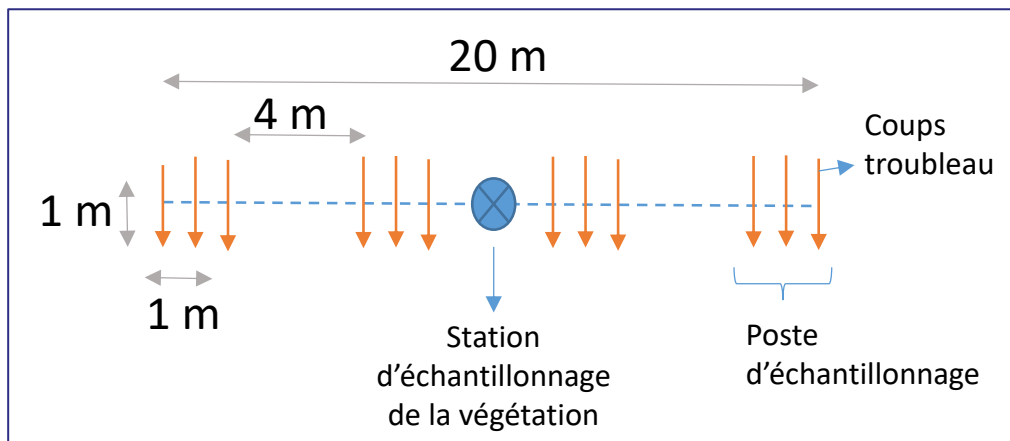


Figure 2. Matériel utilisé pour l'échantillonnage des œufs (photo de gauche : un filet troubleau, ainsi que deux tiges de métal reliées par une corde mesurant 1 m) et de la végétation (photo de droite : une poubelle sans fond, une binette de jardin et une poignée).

Niveau d'eau

Une analyse de la crue observée en 2018 a été réalisée à partir des mesures journalières de niveau d'eau du fleuve Saint-Laurent. Pour ce faire, les données provenant de la station limnométrique de Sorel de Pêches et Océans Canada (station 15930) ont d'abord été converties en mètres géodésiques (en ajoutant 3,81 m aux mesures exprimées par rapport au zéro des cartes) puis corrigées en fonction de la pente du niveau de l'eau le long du profil longitudinal du fleuve Saint-Laurent, à la hauteur des sites d'échantillonnage (- 0,21 m ; Lapointe 1990).

Influence des variables environnementales

L'influence relative des variables environnementales mesurées à chacune des stations (trois secteurs confondus) sur la présence et l'absence d'œufs de grand brochet a été évaluée par une analyse en composantes principales (ACP) effectuée à l'aide du logiciel R. Les stations qui présentaient des données partielles (secteur Barette T01 à T06) n'ont pas été considérées dans l'analyse. Les variables qui ont été incluses représentent des valeurs moyennes par station en ce qui concerne la profondeur de l'eau (**prof**) et la cote de densité de végétation (**densite**). La transparence de l'eau (**secchi**), la masse sèche en grammes (**vegMS**) ainsi que le pourcentage de feuillage (**herbe**), de paille (**paille**) et de matière ligneuse (**bois**) dans les échantillons de végétation étaient pour leur part des valeurs uniques par station. Ces variables ont d'abord été transformées afin que leur distribution s'apparente à une distribution normale. Ensuite, les valeurs manquantes de turbidité dans la base de données ont été comblées par l'algorithme du « package mice ». La matrice de corrélation a été choisie comme matrice d'association de départ dans l'ACP en raison de la différence dans les échelles et les unités des variables. L'ACP a été produite par la fonction « prcomp » des variables après ordination. Le diagramme d'éboulis (« scree plot ») des valeurs propres (« eigenvalues ») de l'ACP a permis de déterminer le nombre de composantes principales à considérer. L'interprétation de l'ACP a été effectuée par l'analyse de la représentation graphique des résultats.

Résultats

Niveau d'eau

La crue du fleuve Saint-Laurent s'est déroulée en deux phases en 2018. Une première crue faible s'est déroulée entre la mi-mars et la mi-avril. Une deuxième phase d'augmentation du niveau de l'eau, de plus forte amplitude, a ensuite eu lieu entre le 25 avril et le 25 mai 2018. Le niveau d'eau du fleuve Saint-Laurent était à son niveau le plus élevé au moment de l'échantillonnage dans les secteurs Barette et Lavautre et les niveaux maximums, atteints entre le 1^{er} et le 7 mai 2018 (moyenne de 6,5 m), se sont rapprochés du maximum enregistré durant la période de 1985 à 2018 (6,9 m). Dans ces deux secteurs, les champs ont aussi été complètement asséchés pendant une dizaine de jours à la mi-avril.

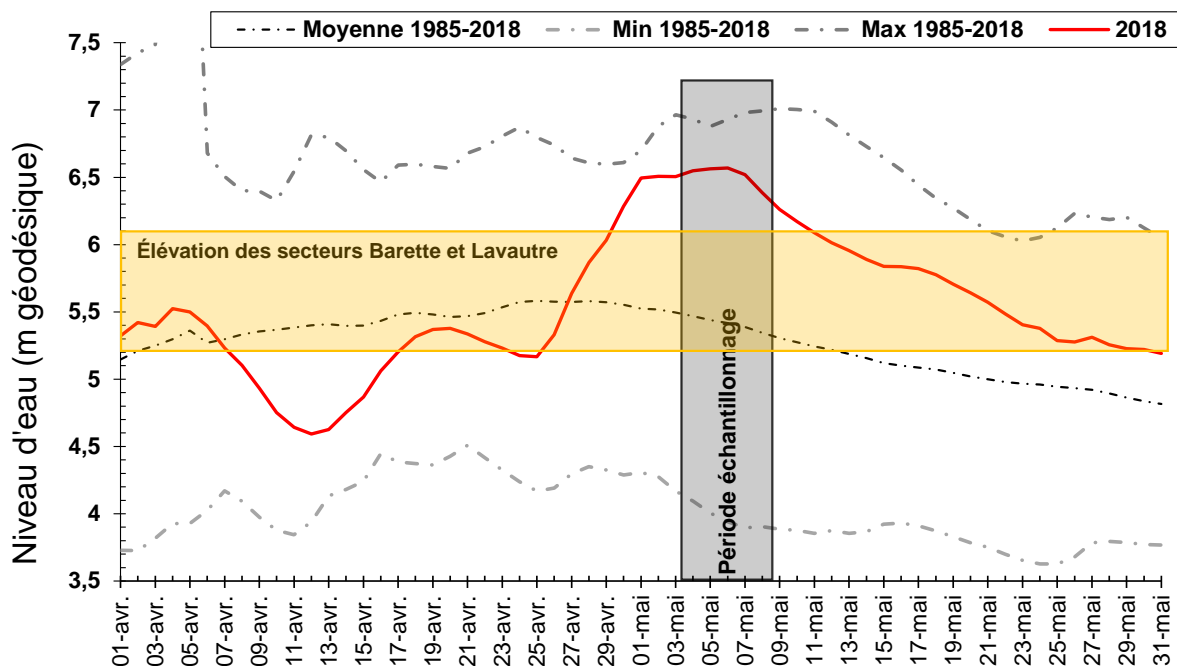


Figure 3. Niveau d'eau moyen, minimum et maximum d'avril à juin pour la période 1985-2018 (ligne pointillée), ainsi que pour 2018 seulement (ligne rouge) du fleuve Saint-Laurent à la hauteur des secteurs Lavautre et Barette. L'encadré jaune présente l'élévation des champs dans ces secteurs et l'encadré gris, la période d'échantillonnage d'œufs au printemps 2018.

Secteur Barette

Le premier champ échantillonné, soit le secteur Barette (46,163676, -73,041852), est situé dans la municipalité de Maskinongé. Durant l'été précédant la crue (2017), de l'avoine fourragère y a été plantée. Une station de recherche d'œufs (AV01) a été échantillonnée le 4 mai 2018 lors d'un essai préliminaire du protocole. Le reste des stations dans ce champ a été échantillonné les 7 et 8 mai 2018. Au moment des pêches, la profondeur et la température mesurées aux stations les plus élevées (AV02-2 et AV03-2) étaient de 0,3 m et 16°C alors que la profondeur maximale à la station la plus basse (AV10-2) était de 1,3 m et la température de l'eau, de 14°C. Ces profondeurs concordent avec celles calculées à partir de

l'élévation du terrain et des niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent estimés au site d'étude. Des transects de recherche d'œufs ont été ajoutés afin de couvrir le haut du talus du cours d'eau longeant le champ (T01 à T05) et la bordure du champ avec la forêt (T06). Des œufs de grands brochets ont été trouvés dans deux des six stations témoins (33 %) entourant le champ, à une profondeur de 0,5 m (1 œuf; AV02-2) et de 1,1 m (4 œufs; AV10-2) (figure 4). Aucun œuf n'a été récolté dans les huit stations expérimentales situées en champ, ainsi que dans les stations témoins ajoutées en haut de talus du cours d'eau (T01 à T05). La végétation sur les planches agricoles était absente ou éparse et presque exclusivement composée de feuillage partiellement décomposé. Elle se détachait aisément du sol lors du passage du filet troubleau. La végétation dans les stations témoins était plus dense et diversifiée que dans les stations situées en champ. De même, les stations témoins comprenaient une plus grande proportion de paille et à l'occasion des branches d'arbustes.

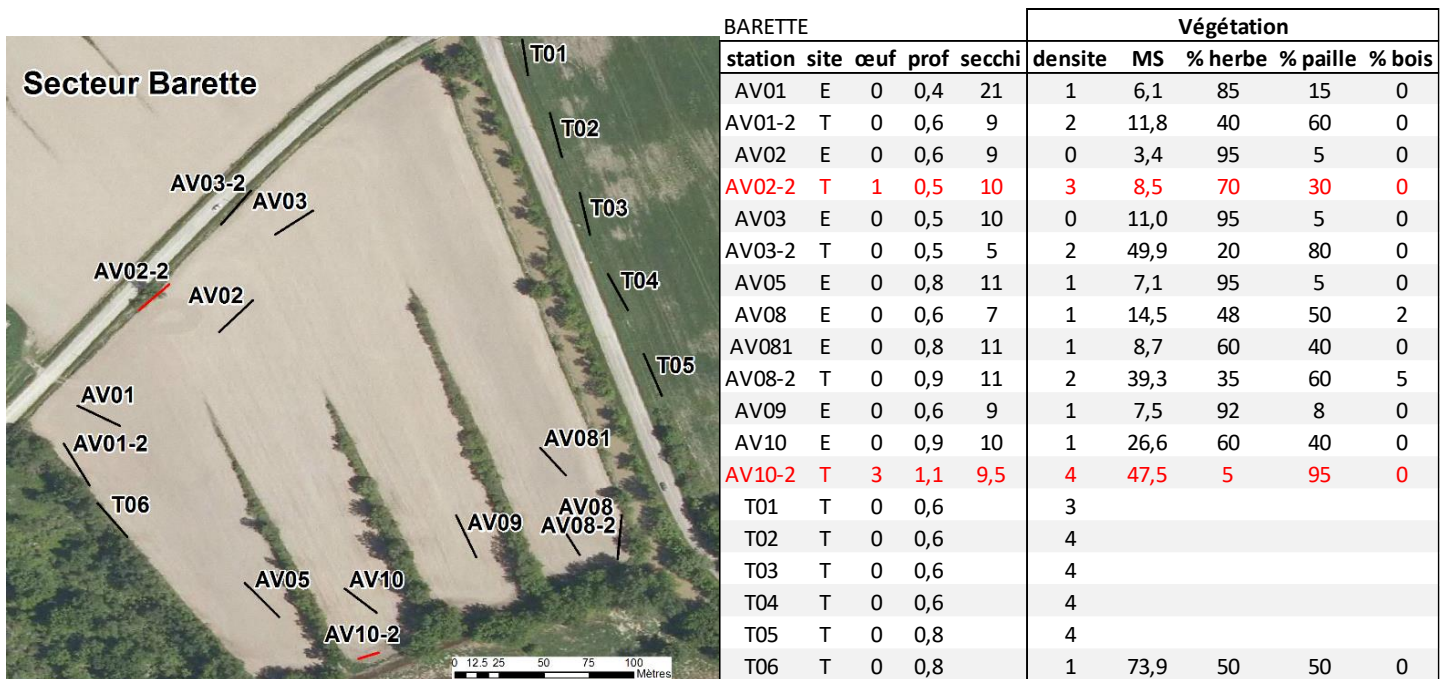


Figure 4. Positionnement des transects dans le secteur Barette et résultats des échantillonnages d'œufs, de végétation et des autres variables abiotiques mesurées à chaque station. La variable **site** E signifie une station expérimentale et T, une station témoin. La variable **œuf** représente le nombre d'œufs de grand brochet récoltés, **prof** la profondeur moyenne de l'eau en mètres, **secchi** la transparence de l'eau en cm mesurée à l'aide d'un disque de Secchi, **densite** la cote moyenne de densité de la végétation, **MS** la masse de matière sèche en g de l'échantillon de plante et **%herbe**, **%paille** et **%bois**, la proportion de feuillage, de paille et de matière ligneuse dans l'échantillon de plante respectivement. Les stations avec présence d'œufs de grand brochet sont présentées en rouge.

Secteur Lavautre

Le deuxième champ échantillonné, soit le secteur Lavautre (46,165481, -73,037839), est situé à environ 200 m à l'est du premier et se trouve aussi à Maskinongé. Ce champ en culture pérenne (foin composé à environ 80 % de vulpin des près [*Alopecurus pratensis*]) avait été récolté en 2017, l'été précédant l'échantillonnage. La recherche d'œufs au troubleau dans ce champ s'est déroulée le 8 mai 2018. Le niveau d'eau minimum et la température mesurée à la station la plus élevée (A03-2) étaient de 0,4 m et de 16 °C alors que la profondeur maximale à la station la plus basse (A10-2) était de 0,9 m et la

température de l'eau, de 15°C. Des œufs de grand brochet ont été trouvés dans six des dix stations témoins (60 %), à une profondeur d'eau variant de 0,4 à 0,9 m. Les planches agricoles étaient recouvertes de végétation, mais celle-ci était éparse et majoritairement composée de feuillage alors que les stations témoins étaient caractérisées par une végétation plus dense, diversifiée et comportant une plus forte proportion de paille et de branches d'arbustes.

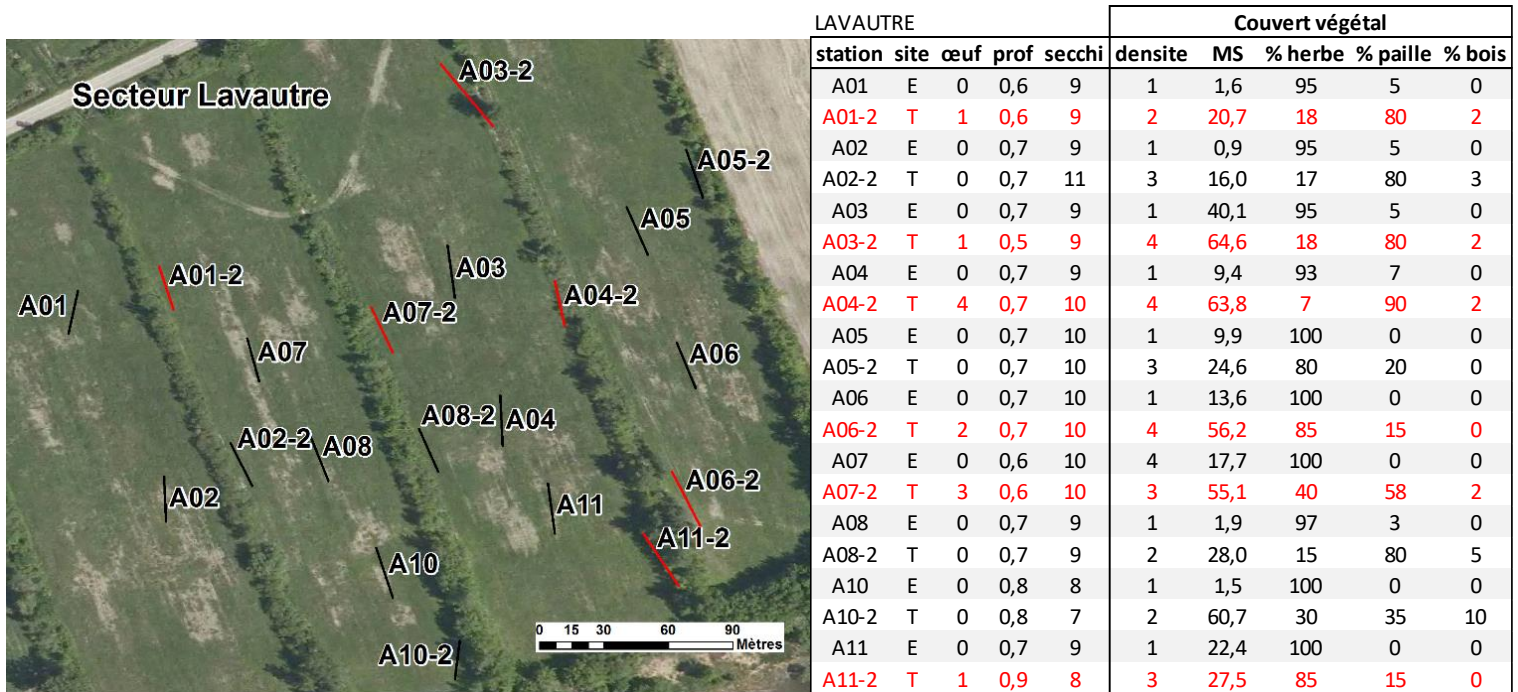


Figure 5. Positionnement des transects dans le secteur Lavautre et résultats des échantillonnages d'œufs, de végétation et des autres variables abiotiques mesurées à chaque station. La variable **site** E signifie une station expérimentale et T, une station témoin. La variable **œuf** représente le nombre d'œufs de grand brochet récoltés, **prof** la profondeur moyenne de l'eau en mètres, **secchi** la transparence de l'eau en cm mesurée à l'aide d'un disque de Secchi, **densite** la cote moyenne de densité de la végétation, **MS** la masse de matière sèche en g de l'échantillon de plante et **%herbe**, **%paille** et **%bois**, la proportion de feuillage, de paille et de matière ligneuse dans l'échantillon de plante respectivement. Les stations avec présence d'œufs de grand brochet sont présentées en rouge.

Secteur Louiseville

Le troisième secteur échantillonné est un champ naturel d'alpiste roseau situé dans la municipalité de Louiseville (46,2222949, -72,932695). Les travaux d'échantillonnage dans ce secteur se sont déroulés le 11 mai 2018 alors que la température de l'eau variait de 10 à 15 °C selon les stations. L'année précédente (2017), le MAPAQ y avait réalisé différents traitements agricoles sur de petites parcelles de 2 m sur 2 m (annexe 2), afin d'évaluer leur effet sur le rendement de foin d'alpiste. Les deux transects d'échantillonnage effectués à cet endroit (LE01 et LE02, figure 6) diffèrent du protocole standard décrit plus haut en raison de la petite taille des parcelles. Un poste d'échantillonnage d'œufs au filet troubleau (trois coups d'un mètre de long, distancés d'un mètre) a été effectué dans chacune des six petites parcelles le long d'un transect d'échantillonnage de 12 m (annexe 2). Des échantillons de plantes standardisés ont été récoltés dans chacun des traitements. Les résultats de masse sèche des échantillons de végétation et de leur composition en feuillage, paille et matière ligneuse dans les

différents traitements agricoles sont présentés à l'annexe 2. Des transects témoins, identiques aux deux transects expérimentaux LE01 et LE02, ont été réalisés de part et d'autre de ceux-ci. Trois autres stations témoins standards ont été réalisées ailleurs dans le champ d'alpiste non fauché, dont deux (LT03 et LT04) ont été placées à l'emplacement où des œufs de grand brochet avaient été récoltés le 4 mai 2018 lors d'un échantillonnage préliminaire non structuré. Des œufs de grand brochet ont été trouvés dans deux des cinq stations témoins (40 %), à une profondeur de 0,7 m, mais aucun œuf n'a été récolté aux stations LT03 et LT04. Aucun œuf n'a été récolté dans les parcelles expérimentales. Toutes les stations étaient caractérisées par une végétation composée presque exclusivement d'alpiste roseau dont la cote de densité variait de 2 à 3 (annexe 1) et le pourcentage de paille, de 35 à 70 %. À la différence des deux premiers secteurs échantillonnés, la transparence de l'eau dans le secteur à Louiseville était élevée et permettait généralement de voir le substrat.



LOUISEVILLE					Couvert végétal				
station	site	œuf	prof	secchi	densite	MS	% herbe	% paille	% bois
LE01	E	0	0,6	55	2	62,4	58	42	6
LE02	E	0	0,6	55	2	71,9	63	37	0
LT01	T	1	0,7		3	70,6	65	35	0
LT02	T	0	0,7		3	82,0	50	50	0
LT03	T	0	0,8	68	3	48,9	40	60	0
LT04	T	0	0,7		2	75,1	35	65	0
LT05	T	3	0,7	35	3	66,8	30	70	0

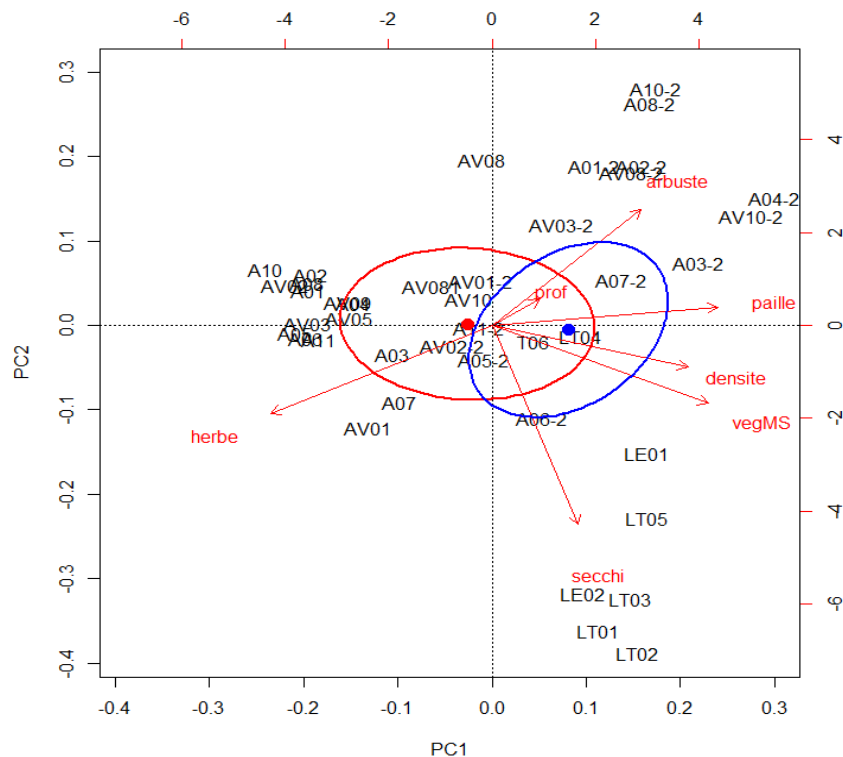
Figure 6. Positionnement des transects dans le secteur Louiseville et résultats des échantillonnages d'œufs, de végétation et des autres variables abiotiques mesurées à chaque station. La variable **site** E signifie une station expérimentale et T, une station témoin. La variable **œuf** représente le nombre d'œufs de grand brochet récoltés, **prof** la profondeur moyenne de l'eau en mètres, **secchi** la transparence de l'eau en cm mesurée à l'aide d'un disque de Secchi, **densite** la cote moyenne de densité de la végétation, **MS** la masse de matière sèche en g de l'échantillon de plante et **%herbe**, **%paille** et **%bois**, la proportion de feuillage, de paille et de matière ligneuse dans l'échantillon de plante respectivement. Les stations avec présence d'œufs de grand brochet sont présentées en rouge.

Influence des variables environnementales

L'analyse en composantes principales (ACP) est une analyse multivariée qui permet de décrire les liens entre les différentes variables prises à chaque station et leur influence relative sur la présence ou non d'œufs de grand brochet. Dans ce cas-ci, l'information était majoritairement représentée par les deux premières composantes principales (PC1 et PC2 ; figure 8). Les résultats de l'ACP montraient une corrélation positive entre la cote de densité (**densite**) ainsi que le pourcentage de paille (**paille**) et la masse de matière sèche (**vegMS**) contenue dans les échantillons de plantes. Le pourcentage de feuillage (**herbe**) était pour sa part corrélé négativement avec celui de la paille et de la matière ligneuse (**arbuste**). L'effet de la variable profondeur d'eau était faible. Les stations du secteur Louiseville (LE et LT) se démarquaient par leur forte transparence (**secchi**), et les stations témoins des secteurs Lavautre et Barette se distinguaient par la plus forte proportion d'arbustes (**bois**) et de paille (**paille**). La moyenne des stations avec présence (point bleu) et absence (point rouge) d'œufs était différente malgré un

chevauchement des ellipses, qui représentent les intervalles de confiance autour des moyennes. Enfin, l'ACP indique que la présence d'œufs à une station ait été influencée positivement par la proportion de paille (**paille**), la densité de la végétation (**densite**) et la masse de matière sèche (**vegMS**) ainsi que, dans une moindre mesure, la proportion de matière ligneuse (**arbuste**) et la transparence (**secchi**).

Figure 8. Résultat de l'analyse des deux premières composantes principales (PC1 et PC2) montrant l'effet des variables environnementales **herbe**, **paille**, **arbuste** (proportion de feuillage, de paille et de matière ligneuse dans l'échantillon de végétation respectivement), **vegMS** (masse de matière sèche de végétation), **prof**, **densité** et **secchi** (profondeur, cote de densité moyenne de la végétation et transparence de l'eau respectivement) sur la présence (point bleu) et l'absence (point rouge) d'œufs de grand brochet dans les trois secteurs d'échantillonnage confondus. Le nom des stations d'échantillonnage est également représenté.



Discussion

Échantillonnage des œufs

L'échantillonnage de transects standardisés au filet troubleau représente une méthode efficace pour mesurer l'utilisation de sites de fraye dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre. Des œufs de grand brochet ont été trouvés dans 44 % (entre 30 et 60 % selon le secteur) des stations présentant un substrat adéquat pour cette espèce, soit principalement les stations témoins échantillonnées dans les trois secteurs. La présence d'œufs dans certaines stations témoins des trois sites à l'étude a permis de confirmer la présence de reproducteurs et d'activités de fraye à proximité des secteurs d'expérimentation agricoles. Puisque la période de ponte du grand brochet et d'incubation des œufs se déroule sur plusieurs semaines, il serait pertinent de répéter l'échantillonnage des œufs afin d'augmenter la probabilité de détection d'œufs.

Échantillonnage de la végétation

L'échantillonnage de la végétation inondée durant la crue à chacune des stations semble judicieux puisque, selon l'ACP, les caractéristiques des végétaux submergés influencent la présence d'œufs de grand brochet. La prise de ces mesures doit idéalement être réalisée au même moment que la recherche d'œufs étant donné que la structure et la densité de la végétation peuvent subir des modifications durant l'hiver et au cours de la crue. Les mesures prises dans les champs à la fin de l'automne et avant l'inondation peuvent ne pas être représentatives des conditions qui ont cours pendant la fraye. Par exemple, dans le secteur Barette, l'avoine fourragère plantée durant l'été 2017 s'est avérée être peu résistante à la crue. Une proportion importante du sol était à nu lors des travaux de collecte d'œufs, alors que le champ était densément recouvert de résidus végétaux avant la crue, au moment d'un suivi réalisé le 24 avril 2018 (MAPAQ, données non publiées). Selon l'ACP, la structure de la végétation, représentée par la proportion de feuillage, de paille et de matière ligneuse, avait une influence sur la sélection des sites de ponte par le grand brochet. La proportion de paille avait une influence positive sur la présence d'œufs, alors que la proportion de feuillage avait une influence négative. Une proportion de paille élevée principalement composée d'alpiste roseau (*Phalaris arundinacea*), couplée à une forte densité végétale, qui caractérisait les habitats utilisés par le grand brochet, était le reflet d'une végétation à un stade de développement avancé, qui n'avait pas été fauchée au cours de l'été précédent. À la lueur de ces résultats, le protocole pourrait être raffiné afin de mieux décrire l'effet de ces variables. La masse de matière sèche de l'échantillon de végétation pourrait être mesurée par type de structure (feuillage, paille et arbuste), et ces catégories pourraient être redéfinies et précisées en fonction du type de milieu échantillonné. L'ACP a également révélé que la densité de la végétation représentait un bon descripteur de la biomasse de substrat végétal de la station. Ce résultat indique que cette variable, facile à mesurer sur le terrain, pourrait permettre de représenter de façon semi-quantitative l'abondance du substrat végétal, une variable déterminante pour la reproduction du grand brochet (Casselman et Lewis 1996).

En ce qui concerne la méthode d'échantillonnage sous forme de quadra, elle s'est avérée concluante dans la majorité des situations. L'utilisation d'une poubelle d'une hauteur plus élevée pourrait toutefois être plus performante dans les stations de plus de 70 cm d'eau. Par contre, les poubelles ne devraient pas mesurer beaucoup plus qu'un mètre en raison des limitations qu'entraîne le travail à gué. Dans certaines situations, la biomasse de masse sèche pourrait être surestimée en raison de la présence de systèmes racinaires, alors que la matière ligneuse, parfois difficile à prélever, peut être sous-estimée. Des outils plus performants pour couper la végétation au niveau du sol devraient être employés plutôt que des binettes de jardin, qui ont tendance à déraciner une partie de la végétation et qui coupent difficilement les structures rigides comme les tiges d'arbustes. L'échantillonnage de la végétation dans les stations témoins pourrait aussi être amélioré en ajoutant des réplicats pour chacune des stations afin de mieux représenter l'hétérogénéité des communautés végétales de ces stations. Alors que la végétation le long des transects d'échantillonnage d'œufs était homogène dans l'ensemble des stations expérimentales en champ, les stations témoins étaient beaucoup plus diversifiées (annexe 3). Dans la présente étude, l'emplacement de la station d'échantillonnage de la végétation était choisi par les opérateurs pour être le plus représentatif du transect ou les stations étaient placées à l'endroit précis où des œufs avaient été observés.

Influence des variables environnementales

Les variables mesurées pour expliquer l'utilisation de sites de ponte par le grand brochet sont potentiellement incomplètes. Le type et la densité de la végétation, reconnus par Casselman et Lewis (1996) comme étant les plus déterminants pour qualifier l'habitat de fraye du grand brochet, sont décrits par plusieurs paramètres (densité, architecture, masse de matière sèche ainsi que composition en herbe, en paille et en matière ligneuse). Par contre, la seconde variable d'importance, qui est la température de l'eau (Mingelbier *et al.* 2008; Casselman et Lewis 1996), elle-même influencée par la météo, la profondeur, les fluctuations du niveau de l'eau, la vitesse de courant, le vent et l'exposition du site au soleil, n'est pas considérée dans le protocole. Le jumelage de stations expérimentales avec des stations témoins situées à proximité permettrait potentiellement de prendre en compte l'effet de cette variable à l'intérieur d'un champ. Par contre, à plus grande échelle (comparaison entre champ, secteur et région), des différences dans le régime thermique pourraient influencer l'utilisation d'un site par rapport à un autre. Il serait donc pertinent de suivre, à l'aide de thermographes, l'évolution de la température de l'eau durant la crue dans chacun des secteurs d'échantillonnage et d'inclure cette variable (sous forme de degrés-jours par station) aux analyses. Enfin, en plus de la présence de matière en suspension (reflétée par la transparence de l'eau), des mesures d'oxygène dissous pourraient être ajoutées au protocole puisque ces variables sont aussi reconnues comme ayant potentiellement une influence sur la fraye du grand brochet (Casselman et Lewis 1996).

Références

- Brodeur, P., A. Simard, M. Théberge et R. Bacon. 2016. Suivi du segment 8 du complexe d'aménagement de Baie-du-Febvre / Nicolet Sud. Bilan des activités 2009-2014. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Direction de la gestion de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec. 69 p. + annexes.
- Casselman, J., et C. A. Lewis. 1996. Habitat requirements of northern pike (*Esox Lucius*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 53 (Suppl.1) : 161-174(1996).
- De La Chenelière, V., P. Brodeur et M. Mingelbier. 2014. Restauration des habitats du lac Saint-Pierre : un prérequis au rétablissement de la perchaude. *Le Naturaliste canadien* 138 (2) : 50-61.
- Lapointe, D. 1990. Zones inondables – fleuve Saint-Laurent. Calcul des niveaux de récurrence 2, 5, 10, 20, 50 et 100 ans. Tronçon Varennes-Grondines. Ministère de l'Environnement, Direction du domaine hydrique, Service hydrographie, 39 p.
- Larochelle, M. 2011. Effet de l'envahissement de milieux humides d'eau douce du fleuve Saint-Laurent par le roseau commun sur la reproduction et la croissance du grand brochet. Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures et postdoctorales de l'Université Laval dans le cadre du programme de maîtrise en aménagement du territoire et développement régional pour l'obtention du grade de Maître en aménagement du territoire et développement régional.
- Lecomte, F., G. Cotte, Y. Paradis, P. Brodeur et M. Mingelbier. 2013. État de situation du grand brochet (*Esox lucius*) le long du Saint-Laurent : doit-on s'alarmer? Atelier sur la faune aquatique. 19-21 février 2013, Québec.
- Magnan, P., P. Brodeur, É. Paquin, N. Vachon, Y. Paradis, P. Dumont et Y. Mailhot. 2017. État du stock de perchaudes du lac Saint-Pierre en 2016. Comité scientifique sur la gestion de la perchaude du lac Saint-Pierre. Chaire de recherche du Canada en écologie des eaux douces, Université du Québec à Trois-Rivières et ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. vii + 34 pages + annexes.
- Mailhot, Y., P. Dumont, Y. Paradis, P. Brodeur, N. Vachon, M. Mingelbier, F. Lecomte et P. Magnan. 2015. Yellow Perch (*Perca flavescens*) in the St. Lawrence River (Québec, Canada) : Population Dynamics and Management in a River with Contrasting Pressures. In : Biology of Perch (Chapter 5). Edited by Patrice Couture and Greg Pyle. CRC Press 2015. Pages 101-147.
- MDDEFP (Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs). 2013. Le lac Saint-Pierre : un joyau à restaurer. Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 28 p.
- Mingelbier, M., P. Brodeur et J. Morin. 2008. Spatially explicit model predicting the spawning habitat and early stage mortality of Northern pike (*Esox lucius*) in a large system: the St. Lawrence River between 1960 and 2000. *Hydrobiologia* 601(1): 55-69.
- Paquin, É., et P. Brodeur. 2018. Synthèse de l'état de situation des espèces de poissons d'intérêt sportif au lac Saint-Pierre en 2016. Direction de la gestion de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 4 p.
- Richard, G., D. Côté, M. Mingelbier, B. Jobin, J. Morin et P. Brodeur. 2011. Utilisation du sol dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre (fleuve Saint-Laurent) durant les périodes 1950, 1964 et 1997. 2011. Interprétation de photos aériennes, numérisation et préparation d'une base de données géoréférencées. Rapport technique préparé pour le ministère des Ressources naturelles et de la Faune et Environnement Canada. 66 p.
- Scott, W. B., et E. J. Crossman. 1974. Poisson d'eau douce du Canada. Office des recherches sur les pêcheries du Canada, Ottawa. 1026 pages.
- Table de concertation régionale du lac Saint-Pierre (TCRLSP). 2017. Cohabitation agriculture-faune en zone littorale au lac Saint-Pierre. Fiche Synthèse. 28 p. et annexes.

Annexes

ANNEXE 1. Cote d'architecture et de densité de la végétation

Cote de l'architecture de la végétation
1 : tapis végétal; 2 : tapis dominant avec présence de tiges verticales submergées; 3 : tiges verticales submergées dominantes avec présence d'un tapis; 4 : tiges verticales flottantes ou émergentes
Cote de densité de la végétation
0 : absence; 1 : présence de végétation mais substrat inorganique à découvert; 2 : substrat inorganique complètement recouvert et couverture < 50 % par des tiges verticales; 3 : substrat inorganique complètement recouvert et couverture de 50-80 % par des tiges verticales; 4 : substrat inorganique complètement recouvert et couverture > 80 % par des tiges verticales

ANNEXE 2. Masse sèche en g et proportion de feuillage – paille – matière ligneuse dans les échantillons standardisés de plantes récoltées dans les parcelles de traitements agricoles expérimentaux effectués dans le champ d'alpiste roseau à Louiseville

COUPE «HÂTIVE» Traitements agricoles Résultats de l'échantillon : Masse sèche %feuillage - %paille - %bois	2 coupes (+35 jours) et 60 kg N/ha en post récolte 1 + 60 kg N/ha en post récolte 2	2 coupes (+35 jours) et 60 kg N/ha en post récolte 1 + 0 kg N/ha en post récolte 2	2 coupes (+35 jours) Sans azote	1 coupe et 120 kg N/ha en post récolte	1 coupe et 60 kg N/ha en post récolte	1 coupe Sans azote
	60,2 g 75 % - 25 % - 0 %	61,7 g 50 % - 50 % - 0 %	67,6 g 50 % - 50 % - 0 %	51,0 g 50 % - 50 % - 0 %	64,5 g 65 % - 35 % - 0 %	69,3 g 60 % - 40 % - 0 %
COUPE «TARDIVE» Traitements agricoles Résultats de l'échantillon : Masse sèche %feuillage - %paille - %bois	2 coupes (+35 jours) et 60 kg N/ha en post récolte 1 + 60 kg N/ha en post récolte 2	2 coupes (+35 jours) et 60 kg N/ha en post récolte 1 + 0 kg N/ha en post récolte 2	2 coupes (+35 jours) Sans azote	1 coupe et 120 kg N/ha en post récolte	1 coupe et 60 kg N/ha en post récolte	1 coupe Sans azote
	78,9 g 48 % - 50 % - 2 %	58,7 g 80 % - 20 % - 0 %	52,3 g 60 % - 40 % - 0 %	68,7 g 60 % - 40 % - 0 %	98 g 70 % - 30 % - 0 %	74,8 g 69 % - 40 % - 0 %

ANNEXE 3. Photos de stations expérimentales et témoins

SECTEUR BARETTE

Station expérimentale AV02



Station témoin avec œufs AV02-2

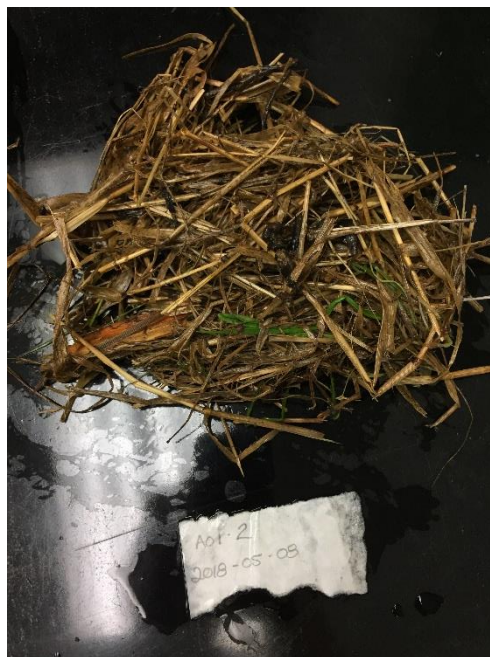


SECTEUR LAVAUTRE

Station expérimentale A01



Station témoin avec œufs A01-2



SECTEUR LOUISEVILLE

Station expérimentale LE01



Station témoin avec œufs LT01



CARACTÉRISATION DE LA VÉGÉTATION À UNE PONTE OU STATION

STATION :		Obser :	
DATE :		Heure :	
LAT :		LONG :	

Température de l'eau (°C):		Élévation de l'eau à Sorel (m) :	
Profondeur (m) :		Turbidité (NTU):	
Secchi (cm) :		Nombre de photos :	
Hauteur du couvert végétal (cm) :		Nombre de sacs de végétation :	

INFORMATION SUR LES PONTES ET ŒUFS HORS POSTE

	Prof (m)	Cote Architecture végé	Cote Densité végé	N^{bre} de pontes de perchaude	N^{bre} d'œufs de brochet
Ponte 1					
Ponte 2					
Ponte 3					
Ponte 3					
Ponte 5					
Commentaires :			NOMBRE TOTAL HORS POSTE :		

L'architecture de la végétation (Cote)

- 1 : tapis végétal;
- 2 : tapis dominant avec présence de tiges verticales submergées;
- 3 : tiges verticales submergées dominantes avec présence d'un tapis;
- 4 : tiges verticales flottantes ou émergentes.

La densité de la végétation (Cote)

- 0 : absence;
- 1 : présence de végétation mais substrat inorganique à découvert;
- 2 : substrat inorganique complètement recouvert et couverture < 50 % par des tiges verticales;
- 3 : substrat inorganique complètement recouvert et couverture de 50-80 % par des tiges verticales;
- 4 : substrat inorganique complètement recouvert et couverture > 80 % par des tiges verticales.



**Forêts, Faune
et Parcs**

Québec 