

PÔLE D'EXPERTISE MULTIDISCIPLINAIRE
EN GESTION DURABLE DU LITTORAL DU
LAC SAINT-PIERRE



UNIVERSITÉ
LAVAL



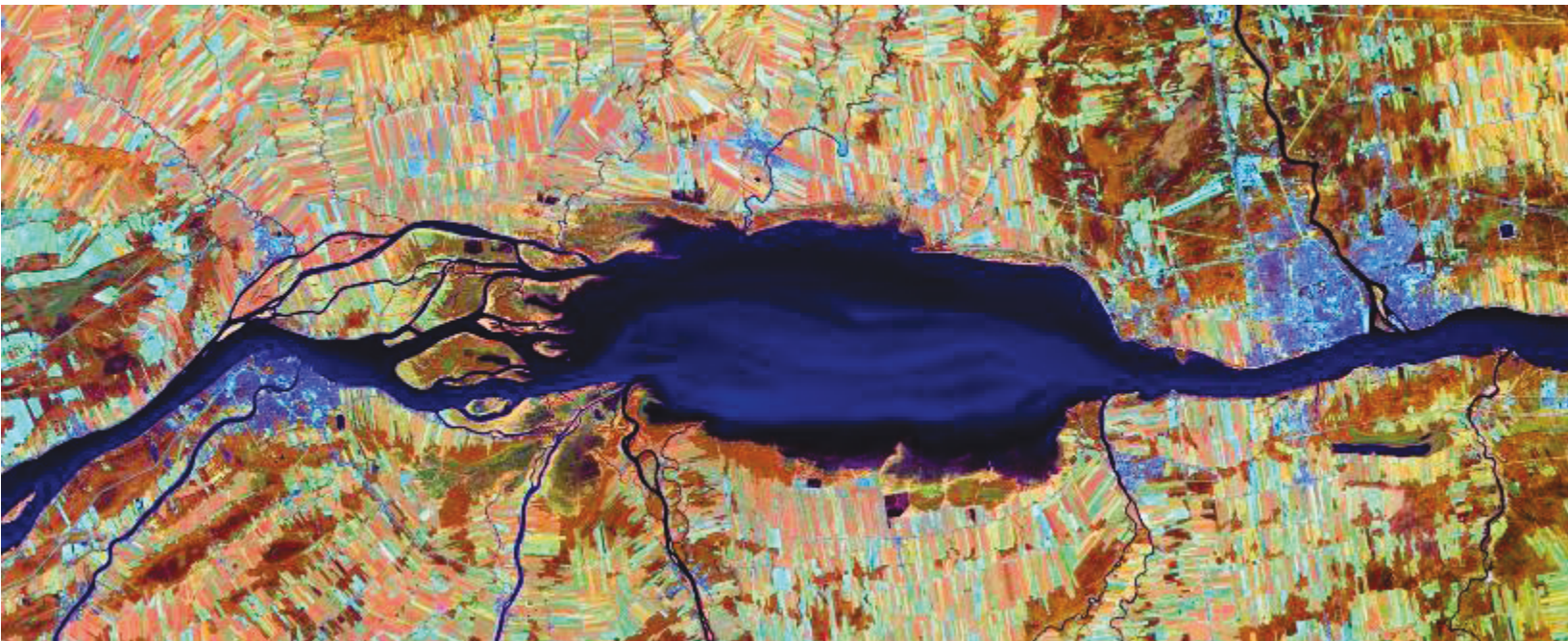
McGill

UQTR



Université du Québec
à Trois-Rivières

PROGRAMMATION
DE RECHERCHE
Édition 2020



Ce projet est financé par le gouvernement du Québec.

Québec 

Pôle d'expertise multidisciplinaire en gestion durable du littoral du lac Saint-Pierre (2020). Programmation de recherche. Édition 2020, Pôle d'expertise multidisciplinaire en gestion durable du littoral du lac Saint-Pierre, Trois-Rivières, Université du Québec à Trois-Rivières, Université Laval, Université McGill, 78 p.

Programmation remise au comité directeur du pôle d'expertise multidisciplinaire en gestion durable du littoral du lac Saint-Pierre, le 1^{er} février 2020.

Le Pôle d'expertise multidisciplinaire en gestion durable du littoral du lac Saint-Pierre bénéficie également de sources de financement hors entente : stratégie québécoise de l'eau (sous-mesure 1.4.1.1) financé par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, programme Innov'Action financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Programme d'aide financière du Groupe de recherche interuniversitaire en écologie aquatique pour projets conjoints réguliers et programme de support aux études supérieures de l'université du Québec à Trois-Rivières.

Image de la page de couverture : Pierre-André Bordeleau (2019).

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| 1. LE PÔLE, EN BREF | 4 |
| 2. LA PROGRAMMATION DE RECHERCHE | 5 |
| 2.1 COMMENT LA PROGRAMMATION DE RECHERCHE A-T-ELLE ÉTÉ ÉLABORÉE?..... | 5 |
| 2.2 COMMENT LA PROGRAMMATION DE RECHERCHE EST-ELLE STRUCTURÉE?..... | 5 |
| 2.3 PRINCIPALES MISES À JOUR ANNUELLES DE LA PROGRAMMATION DE RECHERCHE | 6 |
| 2.3.1 Axe agriculture | 6 |
| 2.3.2 Axe environnement et faune | 7 |
| 2.3.3 Axe socioéconomie | 7 |
| 2.4 STRATÉGIES D'ARRIMAGE..... | 7 |
| 2.4.1 Arrimage des études agronomiques et environnementales | 7 |
| 2.4.2 Arrimage des études des axes agriculture et environnement et faune avec les études de l'axe socioéconomie..... | 14 |
| 2.6 ÉCHÉANCIER ET CALENDRIER DE RÉALISATION | 15 |
| 2.7 TRANSFERTS DES CONNAISSANCES | 19 |
| 3. LES PROJETS DE RECHERCHE PAR AXE | 21 |
| 3.1 LES PROJETS DE L'AXE AGRICULTURE | 21 |
| 3.2 LES PROJETS DE L'AXE ENVIRONNEMENT ET FAUNE..... | 43 |
| 3.3 LES PROJETS DE L'AXE SOCIOÉCONOMIE | 68 |



1. LE PÔLE, EN BREF

Le pôle d'expertise multidisciplinaire en gestion durable du littoral du lac Saint-Pierre (ci-après nommé « le Pôle ») rassemble plusieurs chercheurs travaillant en collaboration sous la coordination scientifique de trois universités : l'Université Laval, l'Université McGill et l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR). Ces dernières veillent au respect du mandat du Pôle, en partenariat avec trois ministères provinciaux : le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) et le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). De nombreux organismes engagés activement dans la gestion du littoral du lac Saint-Pierre collaborent également au Pôle (comme l'Union des producteurs agricoles, les entreprises agricoles, le comité ZIP et des organismes de conservation).

Le Pôle a pour **mandat** de proposer une stratégie d'intervention dans la zone littorale favorisant la mise en place d'une agriculture durable, adaptée et respectueuse de l'écosystème du lac Saint-Pierre et soutenant la restauration de milieux prioritaires.

À cette fin, il doit développer des travaux de recherche scientifique devant répondre à trois **objectifs** :

- Développer des cultures et des pratiques agricoles adaptées au contexte particulier des grands littoraux cultivés du lac Saint-Pierre qui auront des incidences positives sur la qualité de son écosystème;
- Évaluer la performance et les impacts sociaux, économiques, environnementaux et fauniques des activités agricoles et des projets de restauration;
- Proposer, à partir des résultats des recherches, au ministre de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques et au ministre de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, un mode de gestion agricole favorisant la mise en place d'une agriculture durable dans le littoral du lac Saint-Pierre.



2. LA PROGRAMMATION DE RECHERCHE

2.1 COMMENT LA PROGRAMMATION DE RECHERCHE A-T-ELLE ÉTÉ ÉLABORÉE?

Les chercheurs du Pôle, en collaboration avec les ministères, se sont concertés et ont consulté les organismes actifs dans la gestion du littoral du lac Saint-Pierre. La gouvernance du Pôle prévoit en effet la consultation des milieux agricole, environnemental et faunique, en plus des milieux de la recherche universitaire, pour l'identification des besoins de recherche et d'expérimentation. Ce travail de coordination et de consultation réalisé en 2018 a réuni 51 personnes, professionnels de divers ministères et organismes agissant dans la gestion du littoral et producteurs agricoles. Il a permis l'élaboration d'une première programmation de recherche approuvée en 2019. Le présent document fait état de la programmation de recherche de 2020 et, notamment, des principaux changements apportés depuis 2019 pour mieux s'adapter aux défis de l'agriculture dans le littoral et aux besoins des partenaires.

La programmation de recherche permet de prendre connaissance des sujets d'étude scientifique du Pôle et de comprendre comment ils s'arriment, de manière à former un ensemble cohérent qui répond aux trois objectifs du Pôle. La présente programmation compte 23 projets de recherche et regroupe une trentaine de chercheurs provenant des trois universités responsables du Pôle, ainsi que de trois universités partenaires (Institut national de recherche scientifique, Université du Québec à Chicoutimi, Université du Québec à Rimouski).

2.2 COMMENT LA PROGRAMMATION DE RECHERCHE EST-ELLE STRUCTURÉE?

La programmation de recherche propose d'implanter plusieurs systèmes culturaux et de tester des pratiques agricoles dans le littoral du lac Saint-Pierre. Ces implantations font l'objet d'une évaluation de performance agronomique, d'adaptation aux conditions spécifiques de la zone littorale, ainsi que de performance environnementale, faunique et socioéconomique. Des dispositifs en grandes parcelles sont implantés à l'échelle des champs afin de tester des cultures et pratiques agricoles connues, mais dont l'adaptation à la zone littorale pose des défis. Des dispositifs en petites parcelles sont également implantés afin de tester divers types de cultures présentant un potentiel dans la zone littorale.

Des milieux naturels définis comme des prairies humides naturelles et des milieux forestiers sont utilisés comme sites témoins pour l'évaluation environnementale et faunique. Leur analyse

permettra d'évaluer le rôle des zones de conservation dans la dynamique et dans le fonctionnement du littoral.

La programmation de recherche se structure autour de trois axes de recherche :

- Axe 1 : Agriculture
- Axe 2 : Environnement et faune
- Axe 3 : Socioéconomie

Les chercheurs y inscrivent leur projet de recherche tout en développant des stratégies d'arrimage entre les axes pour s'assurer de la cohésion de la programmation de recherche. Ces stratégies d'arrimage (section 2.4), puis les projets développés dans chaque axe (section 3), sont exposés dans le présent document.

2.3 PRINCIPALES MISES À JOUR ANNUELLES DE LA PROGRAMMATION DE RECHERCHE

Chaque année, la programmation est réévaluée. L'équipe de recherche assure son adaptation en continu aux défis et aux questions susceptibles d'émerger au cours de ses activités. À mesure de l'avancement des travaux, certains projets peuvent donc être modifiés, alors que d'autres peuvent être élaborés. La présente section trace un bref portrait des principales mises à jour effectuées par rapport à la programmation approuvée en 2019.

2.3.1 Axe agriculture

Ajout d'un scénario de rechange en cas de crue prolongée

Étant donné la crue prolongée de 2019, l'implantation des systèmes cultureux prévus par le Pôle a été passablement affectée. Pour s'adapter à la grande variabilité de l'inondation, certains chercheurs de l'axe agriculture proposent cette année deux scénarios, selon l'intensité de la crue. Les scénarios envisagés sont décrits en détail dans les descriptions des projets, à la section 3.

Modifications au projet cultures de couverture

Des questions logistiques d'implantation qui n'avaient pas été envisagées lors de la proposition initiale du projet rendent impossible de maintenir le volet concernant l'ensemencement à la dérochée du projet cultures de couverture. Toutefois, en raison de l'incertitude entourant l'implantation de maïs lors des crues prolongées, le Pôle, en accord avec le comité consultatif, a décidé de proposer un volet de cultures de couverture en intercalaire dans le soya.

2.3.2 Axe environnement et faune

Ajout d'un projet sur l'utilisation de l'ADN environnemental (eADN) pour évaluer la réponse fonctionnelle de la biodiversité aquatique dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre

Les chercheurs de l'axe environnement et faune proposent de cofinancer un projet de suivi de l'eADN dans la plaine inondable. Ce projet permettra de réaliser un inventaire extensif de la diversité d'organismes qui fréquentent la plaine inondable, incluant les poissons, les invertébrés et les bactéries. Le projet permettra de développer un indice de biodiversité fonctionnelle qui évalue la réponse des communautés vivantes aux usages des terres et qui relie la réponse de ces communautés aux fonctions et services écosystémiques de la plaine inondable.

2.3.3 Axe socioéconomie

Modification méthodologique

Le projet « Agriculteurs et conseillers face aux changements des pratiques agricoles, quels potentiels au lac Saint-Pierre ? » propose dorénavant des entretiens individuels compréhensifs en grand nombre pour l'atteinte de ses objectifs, ainsi qu'une collaboration plus importante avec le projet de l'Union des producteurs agricoles (UPA).

Ajout d'un projet exploratoire sur les enjeux sociopolitiques de la gestion collective du littoral

Un second changement a été apporté. Il concerne l'ajout d'un nouveau projet proposant une analyse sociopolitique exploratoire des enjeux de la gestion collective du littoral. Ce projet traitera de la gouvernance du littoral. Il permettra de révéler les grandes questions liées à la mise en place d'actions coordonnées à l'échelle de tout le littoral. Il s'agit d'un défi important qui nécessite l'engagement des acteurs publics de quatre régions administratives, ainsi que de très nombreux acteurs privés.

2.4 STRATÉGIES D'ARRIMAGE

2.4.1 Arrimage des études agronomiques et environnementales

Afin de favoriser les interactions scientifiques, la mise en commun des résultats et le partage des connaissances, des **secteurs d'échantillonnage prioritaires** ont été sélectionnés. Cette approche méthodologique permet d'évaluer la réponse de différentes **variables agronomiques, environnementales et fauniques** le long d'un **gradient d'utilisation des terres**, et ce, pour chaque secteur où l'on trouve des implantations en grandes parcelles et en petites parcelles. De plus, des **variables pivots** permettront de lier les projets de ces axes (agriculture et environnement et faune), soit la hauteur et la biomasse de la végétation.

Secteurs d'échantillonnage prioritaires

Quatre secteurs d'échantillonnage ont été sélectionnés de manière à rencontrer une diversité d'utilisation du sol et de conditions d'inondation sur les deux rives du lac Saint-Pierre (figure 1) :

- 1) Secteur de Baie-du-Febvre,
- 2) Secteur de Pierreville,
- 3) Secteur de Saint-Barthélemy,
- 4) Secteur de l'Île Dupas.

D'autres sites seront également implantés à Baie-du-Febvre, à Saint-Cuthbert et à Yamachiche pour la mise en place de projets d'aménagement de fossés agricoles.



Figure 1. Localisation des secteurs d'échantillonnage prioritaires du Pôle pour les activités de recherche des axes agriculture et environnement et faune. Secteurs de 1) Baie-du-Febvre, 2) Pierreville, 3) Saint-Barthélemy et 4) l'île Dupas.

Intégration des mesures environnementales et fauniques dans les projets de l'axe agriculture

En plus de faire l'objet de tests visant à mesurer leur performance agronomique, les cultures et les pratiques agricoles donneront lieu à un suivi afin de déterminer leurs effets sur la qualité de l'eau, des sols et de la faune, aquatique et terrestre.

Comparaison de systèmes de grandes cultures à l'échelle des exploitations agricoles dans les quatre secteurs prioritaires

Dans les aménagements agricoles à grande échelle et les milieux naturels de référence, toutes les mesures environnementales et fauniques seront prises (tableau 1). Voici la liste des principales variables qui seront mesurées.

Qualité de l'eau et faune aquatique en période d'inondation :

- Les propriétés chimiques et microbiologiques de l'eau (NO_3 , NO_2 , NH_4 , turbidité, phosphore total, pH, matières en suspension, conductivité, oxygène, carbone organique dissous, résidus de pesticides, diversité et activité microbienne);
- Les communautés phytoplanctoniques (p. ex.: diversité, abondance, groupes fonctionnels, chlorophylle a, phycocyanine, tryptophane);
- Les communautés de zooplancton (p. ex. : diversité, abondance, taux de croissance, spectre de taille);
- L'abondance, le succès de reproduction, la croissance, le contenu énergétique et la morphométrie de la perchaude et du brochet (adultes, juvéniles et larves).

Qualité des sols (propriétés chimiques, physiques et microbiologiques) :

- Analyses biogéochimiques de carottes de sol (gradient vertical, matière organique du sol, analyse carbone et azote et isotopie du carbone, azote, césium et plomb), pH, granulométrie;
- Les propriétés physiques et microbiologiques seront évaluées par l'étude des agrégats stables à l'eau, par la diversité bactérienne et fongique, par la biomasse microbienne, par l'abondance et l'activité des méthanotrophes et des méthanogènes, et par les échanges de CO_2 et de CH_4 (p. ex. : production, assimilation, minéralisation).

Écotoxicologie :

- Un échantillonnage de sol sera pris à chaque automne pour évaluer en laboratoire les banques d'œufs d'invertébrés dans les sols. Ces échantillons de sol seront ensuite reconditionnés avec de l'eau et mis en contact avec des poissons-zèbres (*Danio rerio*) afin de réaliser des essais écotoxicologiques selon des protocoles standards.
- Des échantillons d'eau et de sol en période d'inondation seront envoyés au Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec pour l'analyse de quelque 70 composés associés aux pesticides.

Stations environnementales permanentes :

Des stations environnementales seront mises en place pour la durée de la crue (d'avril à la fin de mai environ) pour les mesures d'écoulement et de turbidité. Ces sondes seront attachées à une tige de métal enfoncée dans les sites inondés. Le système de sondes indépendantes (CO_2 , pH, CH_4 , O_2) sera déployé sur des périodes de deux cycles jour/nuit par site et permettra d'évaluer le fonctionnement écosystémique de chaque site.

Certaines mesures (turbidité) seront également prises à l'aide d'une caméra multispectrale montée sur un drone. Les résultats des projets de télédétection et d'hydrologie seront arrimés aux projets portant sur les mesures ponctuelles dans les aménagements agricoles et les milieux naturels. Ils permettront donc d'élargir spatialement le bilan des effets des pratiques agricoles sur l'écosystème du lac Saint-Pierre lors de la crue printanière.

Faune terrestre :

- Inventaires sur les oiseaux nicheurs et sur les insectes chanteurs et pollinisateurs, et ce, en saison sèche;
- ADN environnemental.

Comparaison d'essais agronomiques à fines échelles

Les essais à des échelles spatiales plus fines sont nécessaires afin de connaître la performance agronomique des cultures en zone inondable. Néanmoins, ces projets se prêtent difficilement à l'analyse de toutes les variables environnementales et fauniques. Celles qui sont susceptibles de répondre aux différents types d'essais agronomiques sont résumées au tableau 1.

Tableau 1. Résumé des aménagements agricoles proposés et des principales variables environnementales et fauniques

| Chercheur principal | Type d'aménagement | Échelle spatiale | Nombre de parcelles | Nombre de traitements | Variables pivot de végétation | Qualité de l'eau | Qualité des sols | Biodiversité faunique |
|---------------------------|--|--------------------------------------|---------------------|-----------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <i>A. Vanasse</i> | Ancienne prairie Nouvelle prairie Maïs et soya, régie conventionnelle Maïs et soya, régie améliorée | Champs agricoles et milieux naturels | 24 | 6 | Biomasse et hauteur au printemps et à l'automne | Toutes les variables ^a | Toutes les variables ^b | Toutes les variables ^c |
| | Milieux naturels de référence (prairie humide et forêt) | | 8 | 2 | | | | |
| | Comparaison des travaux du sol | | 8 | 2 | | | | |
| <i>C. Halde</i> | Cultures intercalaires dans le maïs-grain | Petites parcelles expérimentales | 64 | 8 | | - | Teneur en azote minéral | Communauté des insectes chanteurs |
| | Cultures intercalaires dans le soya | Petites parcelles expérimentales | 64 | 8 | | - | Teneur en azote minéral | |
| | Cultures intercalaires de pleine saison | Petites parcelles expérimentales | 96 | 12 | | - | Teneur en azote minéral | |
| <i>P. Séguin</i> | Cultures fourragères | Petites parcelles expérimentales | 192 | 16 | - | - | | |
| <i>V. Gravel</i> | Cultures alternatives | Petites parcelles expérimentales | 120 | 20 | - | - | | |
| | Phytoprotection | Petites parcelles expérimentales | 18 | 3 | - | - | - | |
| <i>M. Poulin et Z. Qi</i> | Bandes herbacées en bord de fossés | Petites parcelles expérimentales | 9 (largeur) | 3 (largeur) | Biomasse et hauteur à l'automne | - | - | - |
| | | | 72 (espèces) | 8 (espèces) | | | | |

^a Écoulement, conductivité, pH, turbidité, matières en suspension, température, teneurs en O₂, CO₂, CH₄, N_{total}, N_{dissous}, P_{total}, P_{dissous}, pesticides, matières organiques (carbone organique dissous, composés organiques présents), profils de lumière.

^b Teneurs en P, N, C, matières organiques, isotopie du C, de l’N, du césium et du plomb, mesures des flux CO₂-CH₄, pH, granulométrie, état des sols agricoles au printemps, NDVI, banques d’œufs d’invertébrés (diversité taxonomique et fonctionnelle, taux d’éclosion journalier), banques de graines de plantes aquatiques (diversité, taux de germination), ADN environnemental.

^c Production primaire (de biomasse de phytoplancton), métabolisme bactérien (taux de respiration bactérienne, production bactérienne, abondance de bactéries, capacité de dégradation du carbone), diversité microbienne et abondance de méthanotrophes, zooplancton (densité, contenu en énergie, ratios isotopiques, profils d’acides gras), populations de poissons (densité d’œufs, abondance, contenu en énergie, ratios isotopiques, taux de croissance journalière, indices de conditions morphométriques, profils d’acides gras des larves de perchaude et de brochet; taux de malformation et expression génique globale des larves de perchaude; diversité et abondance des individus adultes), communautés d’oiseaux nicheurs, d’oies et de canards (structure et composition), communautés d’insectes pollinisateurs et chanteurs (structure et composition).

Gradient d’utilisation des terres

Dans les quatre secteurs d’échantillonnage prioritaires, des sites sont sélectionnés afin d’obtenir un gradient d’utilisation des terres qui soit indépendant du temps d’inondation. Ce gradient s’étend des milieux naturels aux cultures annuelles en régie conventionnelle, en passant par les systèmes cultureux établis en grandes parcelles (figure 2). L’analyse de chaque variable, le long du gradient, permettra ensuite de faire ressortir des tendances et de déterminer quels types d’utilisation du sol offrent les plus grands gains agricoles, environnementaux et fauniques. Cette analyse permettra d’identifier les cultures et pratiques les plus susceptibles d’avoir une incidence positive sur la qualité de l’écosystème du lac Saint-Pierre.

Dans chacun des quatre secteurs prioritaires, les chercheurs du Pôle ont identifié des milieux naturels de référence : des milieux forestiers et des prairies humides naturelles. Ces milieux sont sélectionnés parce qu’ils sont comparables, hydrologiquement, aux aménagements en grande parcelles du même secteur. Un modèle numérique d’élévation réalisé pour l’ensemble de la plaine inondable du lac Saint-Pierre a été utilisé pour choisir les milieux naturels de référence. Ces derniers doivent se situer à la même élévation que les champs agricoles pour être soumis aux mêmes conditions de crue, au printemps.

À titre d'exemple, les réponses fictives d'une variable faunique (diversité de l'avifaune) et d'une variable agricole (rendement agricole) sont représentées pour deux secteurs (lignes pleine et pointillée) le long du gradient d'utilisation des terres (figure 2).

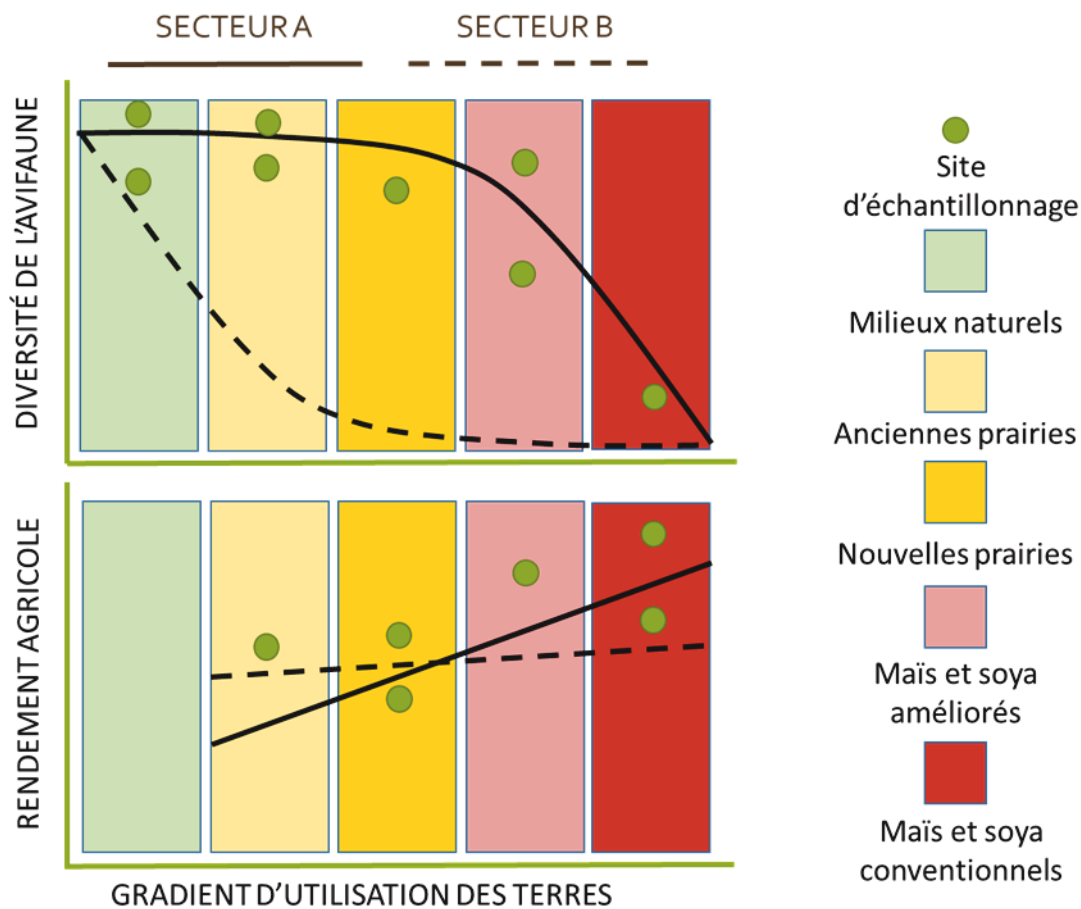


Figure 2. Représentation schématique du cadre conceptuel visant à évaluer la réponse fonctionnelle de variables environnementales, fauniques et agricoles le long d'un gradient d'utilisation des terres dans la zone littorale du lac Saint-Pierre. À titre d'exemple, les réponses d'une variable faunique (diversité de l'avifaune) et d'une variable agricole (rendement agricole) sont représentées le long du gradient d'intensification agricole pour deux secteurs (ligne pleine et ligne pointillée).

Variables pivots

Afin d'évaluer les gains environnementaux et fauniques potentiels des essais agronomiques mis en place dans les grandes et les petites parcelles, deux variables pivots ont été choisies : **la biomasse et la hauteur de la végétation.**

La biomasse et la hauteur étirée de la végétation seront mesurées à l'automne et au printemps, lorsque les champs seront submergés. De plus la hauteur Robel qui est une mesure qui combine la hauteur et la densité de la végétation sera mesurée à l'automne. Ces variables pivots seront systématiquement mesurées sur tous les sites agronomiques expérimentaux et serviront de prédicteurs dans l'évaluation faunique et environnementale des sites. Cela permettra d'évaluer indirectement le potentiel environnemental et faunique des essais agronomiques réalisés sur les petites parcelles. Par ailleurs, les variables de hauteur et de couvert de la végétation seront estimées à partir d'images aériennes (p. ex. : drones, satellites), ce qui permettra d'extrapoler des scénarios de gestion à l'échelle de l'ensemble de la zone littorale du lac Saint-Pierre.

2.4.2 Arrimage des études des axes agriculture et environnement et faune avec les études de l'axe socioéconomie

L'axe socioéconomie cherche à comprendre les impacts des cultures et pratiques agricoles testées par le Pôle sur les différentes échelles sociales en jeu autour du lac Saint-Pierre, soit : (1) le producteur et son entreprise, (2) le littoral et ses acteurs et (3) les politiques et programmes gouvernementaux. L'arrimage et la coordination entre les axes se feront soit à dire d'experts, c'est-à-dire en intégrant directement les chercheurs d'un axe dans la définition des éléments d'enquête ou en utilisant leurs résultats.



2.6 ÉCHÉANCIER ET CALENDRIER DE RÉALISATION

Les travaux des scientifiques œuvrant au sein du Pôle consistent en diverses activités selon les types d'études menées (p. ex., la collecte de données environnementales et fauniques pendant l'inondation et à l'automne, l'implantation de parcelles agronomiques expérimentales après la période de crue, les entrevues et groupes de discussion avec les professionnels et les producteurs). Ces travaux sont ponctués par des ateliers de travail entre chercheurs, ce qui assure l'arrimage des projets de recherche, ainsi que par la production de divers rapports. Le tableau 2 présente un calendrier de réalisation et un échéancier général pour le Pôle, alors que les tableaux 3 à 5 indiquent les dates de début et de fin de projet de chacun des projets de recherche.

Tableau 2. Calendrier de réalisation et échéancier général

| | 2018 | | 2019 | | 2020 | | 2021 | | 2022 | | |
|--|------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|
| | Été | Aut. | Hiv. | Prin. | Été | Aut. | Hiv. | Prin. | Été | Aut. | Hiv. |
| Planification de la programmation de recherche | | | | | | | | | | | |
| Annnonce de la création du Pôle | | | | | | | | | | | |
| Ateliers de travail des chercheurs | | | | | | | | | | | |
| Atelier de consultation du milieu | | | | | | | | | | | |
| Adoption de la programmation de recherche | | | | | | | | | | | |
| Travaux de recherche | | | | | | | | | | | |
| Travaux de recherche scientifique de l'axe agriculture | | | | | | | | | | | |
| Planification, implantation et collecte de données | | | | | | | | | | | |
| Analyse des données | | | | | | | | | | | |
| Travaux de recherche scientifique de l'axe environnement et faune | | | | | | | | | | | |
| Planification, campagne d'échantillonnage sur le terrain | | | | | | | | | | | |
| Analyse des données | | | | | | | | | | | |
| Travaux de recherche de l'axe socioéconomie | | | | | | | | | | | |
| Collecte de données (entretiens, questionnaires, etc.) | | | | | | | | | | | |
| Analyse des données | | | | | | | | | | | |
| Synthèse des travaux de recherche des trois axes | | | | | | | | | | | |
| Principales rencontres liées à la gouvernance du Pôle | | | | | | | | | | | |
| Rencontre d'arrimage des projets de recherche (chercheurs) | | | | | | | | | | | |
| Rencontre du comité consultatif | | | | | | | | | | | |
| Rencontre avec la table des partenaires | | | | | | | | | | | |
| Rencontre du comité directeur | | | | | | | | | | | |
| Livrables contractuels | | | | | | | | | | | |
| Dépôt de la programmation annuelle de recherche | | | | | | | | | | | |
| Dépôt du rapport d'état d'avancement annuel | | | | | | | | | | | |
| Dépôt du rapport annuel | | | | | | | | | | | |
| Rapport final | | | | | | | | | | | |

Tableau 3. Échéancier des projets de l'axe agriculture

| Chercheur principal | Titre du projet | Date de début du projet | Date prévue de fin du projet |
|-------------------------------------|--|--------------------------------|-------------------------------------|
| Anne Vanasse U. Laval | Comparaison de systèmes culturaux de grandes cultures dans quatre secteurs de la plaine inondable du lac Saint-Pierre | Mai 2019 | Mars 2022 |
| Caroline Halde U. Laval | Adaptation et performance agronomique des cultures de couverture en intercalaire, en dérobée et en pleine saison adaptées pour la plaine inondable du lac Saint-Pierre | Mai 2019 | Mars 2022 |
| Philippe Séguin U. McGill | Potentiel des plantes fourragères comme cultures dans les zones inondables du lac Saint-Pierre | Mai 2019 | Mars 2022 |
| Valérie Gravel U. McGill | Potentiel agronomique et environnemental de cultures alternatives cultivées en zones inondables du lac Saint-Pierre | Mai 2019 | Mars 2022 |
| Valérie Gravel U. McGill | Phytoprotection dans le contexte de la zone inondable du lac Saint-Pierre : développement d'une gestion raisonnée des ravageurs, maladies et mauvaises herbes | Mai 2019 | Mars 2022 |
| Monique Poulin U. Laval | Développer des méthodes d'aménagement de fossés végétalisés dans la zone littorale du lac Saint-Pierre | Mai 2019 | Mars 2022 |
| Zhiming Qi U. McGill | Élaboration de stratégies de gestion des eaux de drainage afin d'améliorer la qualité de l'eau et de réduire les coûts d'entretien des fossés dans la zone inondable du lac Saint-Pierre | Mai 2019 | Mars 2022 |

Tableau 4. Échéancier des projets de l'axe environnement et faune

| Chercheur principal | Titre du projet | Date de début du projet | Date prévue de fin de projet |
|-------------------------------------|--|-------------------------|------------------------------|
| Stéphane Campeau UQTR | Cartographie prédictive des patrons d'écoulement dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre | Mai 2019 | Mars 2022 |
| Alexandre Roy UQTR | Évaluation de l'effet des pratiques agricoles sur la qualité de l'eau par télédétection multiéchelle et multitemporelle | Mai 2019 | Mars 2022 |
| François Guillemette UQTR | Effets des pratiques agricoles sur la production primaire à la base du réseau trophique aquatique dans la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre | Mai 2019 | Mars 2022 |
| Gilbert Cabana UQTR | Effet des cultures et pratiques agricoles existantes et en transition sur la production secondaire de la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre | Mai 2019 | Mars 2022 |
| Marco Rodriguez UQTR | Réponses des populations de poissons aux activités agricoles, milieux naturels et projets de restauration dans la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre | Mai 2019 | Mars 2022 |
| Shiv Prasher McGill | Balayage à large spectre des pesticides dans l'eau et dans les sédiments de la zone littorale du lac Saint-Pierre | Mai 2019 | Mars 2021 |
| Jessica Head McGill | Évaluation de l'effet des pesticides sur les premiers stades de vie des poissons en relation aux pratiques agricoles dans la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre | Mai 2019 | Mars 2022 |
| Andrea Bertolo UQTR | Effets de pratiques agricoles sur les banques d'œufs d'invertébrés et de graines de plantes aquatiques : une approche expérimentale pour quantifier la résilience des communautés de la plaine inondable du lac Saint-Pierre | Mai 2019 | Mars 2022 |
| Vincent Maire UQTR | Influence de l'inondation et de l'utilisation des terres sur la séquestration du carbone du sol | Mai 2019 | Mars 2022 |
| Raphaël Proulx UQTR | Réponse fonctionnelle de la biodiversité animale sur un gradient d'utilisation des terres | Mai 2019 | Mars 2022 |
| Vincent Maire UQTR | Indice de biodiversité fonctionnelle des plaines inondables par ADN environnemental pour évaluer l'impact de l'usage des terres dans un contexte de zone inondable | Mai 2020 | Mars 2022 |

Tableau 5. Échéancier des projets de l'axe socioéconomie

| Chercheur principal | Titre du projet | Date de début du projet | Date prévue de fin de projet |
|------------------------------------|--|-------------------------|------------------------------|
| Lota D. Tamini U. Laval | Analyse de l'impact économique, technique et environnemental des pratiques de gestion bénéfiques au lac Saint-Pierre | Mai 2019 | Mars 2022 |
| Julie Ruiz UQTR | Agriculteurs et conseillers face aux changements des pratiques agricoles, quels potentiels au lac Saint-Pierre? | Mai 2019 | Mars 2022 |
| Patrick Mundler U. Laval | Coûts-bénéfices de scénarios d'occupation des sols | Décembre 2019 | Septembre 2021 |
| Maurice Doyon U. Laval | Impact du design des politiques et de la structure de l'information présentée sur l'acceptabilité de nouvelles pratiques agronomiques par les agriculteurs du littoral du lac Saint-Pierre | Avril 2020 | Mars 2022 |
| Nathalie Lewis UQAR | Enjeux différenciés selon les acteurs autour de la gestion intégrée d'un écosystème, le lac Saint-Pierre : une réconciliation en vue? | Mai 2020 | Mars 2022 |

2.7 TRANSFERTS DES CONNAISSANCES

En 2019, le Pôle s'est doté d'une stratégie de mobilisation des connaissances¹ qui prévoit notamment l'organisation d'activités de transfert de connaissances avec le milieu, la diffusion de documents, ainsi que la participation du Pôle à d'autres projets en cours sur le littoral. Un processus de coordination des communications externes avec les trois ministères qui gèrent le Pôle et avec l'Union des producteurs agricoles a également été mis en place. La présente section fait état des activités (tableau 6) et documents (tableau 7) prévus à ce jour dans la programmation de recherche de 2020 qui participeront aux transferts des connaissances du Pôle. Les chercheurs du Pôle pourront également être amenés à participer à d'autres activités ponctuelles, selon les demandes du milieu.

Relevons également que, dans le cadre de leur projet de recherche, les chercheurs de l'axe socioéconomie rencontrent divers acteurs aux niveaux provincial, régional et local (comme des professionnels et des producteurs agricoles). Ces rencontres sont souvent l'occasion de présenter plus largement les travaux de recherche du Pôle. Conformément aux politiques éthiques de la recherche scientifique, ces rencontres sont anonymes, sauf si les acteurs donnent leur consentement explicite au dévoilement de leur participation. Seuls les rapports finaux de recherche feront état d'un bilan des rencontres réalisées et ce bilan ne sera pas nominatif.

¹ Ruiz, J. (2019). Stratégie de mobilisation des connaissances, pôle d'expertise multidisciplinaire en gestion durable du littoral du lac Saint-Pierre, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières.

Tableau 6. Liste des activités prévues auxquelles les chercheurs du Pôle participeront en 2020

| Titre de l'activité | Type d'activité | Date ou période prévue |
|--|--|----------------------------|
| Les Journées sur l'innovation et le progrès en agroalimentaire au Centre-du-Québec (INPACQ) | Conférence | 6 février 2020 |
| Journée d'information sur le lac Saint-Pierre organisée pour les producteurs et conseillers agricoles du littoral par l'UPA | Conférence | 17 février 2020 |
| Atelier sur les défis sociotechniques à l'implantation des cultures et pratiques agricoles proposées par le Pôle (en collaboration avec l'UPA) avec les producteurs et conseillers de la région de la Mauricie | Atelier | Mars 2020 |
| Rencontres de coordination avec le projet de laboratoire vivant d'Agriculture et Agroalimentaire Canada | Rencontres | Selon les besoins |
| Participation au comité directeur et rencontres de coordination des cellules d'innovation avec le projet de l'UPA « Cohabitation agriculture-faune » | Rencontres | Selon les besoins |
| Participation à la Table de concertation régionale du lac Saint-Pierre | Rencontres | Selon les besoins |
| Événement annuel de présentation des résultats | À définir (sortie sur le terrain, conférence, atelier) | Automne 2020 ou hiver 2021 |

Tableau 7. Liste des documents du Pôle prévus pour diffusion en 2020

| Documents | Type | Date ou période prévue |
|-------------------------------------|----------|------------------------|
| Mise à jour du site Web | En ligne | En tout temps |
| Infolettre | En ligne | Printemps et automne |
| Programmation de recherche annuelle | PDF | Printemps |
| Rapport annuel | PDF | Février |

3. LES PROJETS DE RECHERCHE PAR AXE

3.1 LES PROJETS DE L'AXE AGRICULTURE

Les objectifs spécifiques à l'axe agriculture sont :

- Développer des systèmes agronomiques performants spécifiques à la zone littorale du lac Saint-Pierre;
- Adapter les pratiques agricoles suivantes au contexte de la zone littorale du lac Saint-Pierre : cultures de couverture, plantes fourragères, cultures alternatives, phytoprotection et aménagement des bandes pérennes près des fossés de drainage;
- Développer des systèmes et des pratiques culturales qui permettent la cohabitation de l'agriculture et de la faune au lac Saint-Pierre.

Tableau 8. Liste des projets de recherche de l'axe agriculture

| Chercheur principal | Titre du projet |
|-------------------------------------|--|
| Anne Vanasse U. Laval | Comparaison de systèmes culturaux de grandes cultures dans quatre secteurs de la plaine inondable du lac Saint-Pierre |
| Caroline Halde U. Laval | Adaptation et performance agronomique des cultures de couverture en intercalaire, en dérobée et en pleine saison adaptées pour la plaine inondable du lac Saint-Pierre |
| Philippe Séguin U. McGill | Potentiel des plantes fourragères comme cultures dans les zones inondables du lac Saint-Pierre |
| Valérie Gravel U. McGill | Potentiel agronomique et environnemental de cultures alternatives cultivées en zones inondables du lac Saint-Pierre |
| | Phytoprotection dans le contexte de la zone inondable du lac Saint-Pierre : développement d'une gestion raisonnée des ravageurs, maladies et mauvaises herbes |
| Monique Poulin U. Laval | Développer des méthodes d'aménagement de fossés végétalisés dans la zone littorale du lac Saint-Pierre |
| Zhiming Qi U. McGill | Élaboration de stratégies de gestion des eaux de drainage afin d'améliorer la qualité de l'eau et de réduire les coûts d'entretien des fossés dans la zone inondable du lac Saint-Pierre |

COMPARAISON DE SYSTÈMES CULTURAUX DE GRANDES CULTURES DANS QUATRE SECTEURS DE LA ZONE LITTORALE DU LAC SAINT-PIERRE

ANNE VANASSE (U. LAVAL)

Thème :

Projets agronomiques à grande échelle

Principaux collaborateurs :

Philippe Seguin (U. McGill), Caroline Halde (U. Laval) et autres chercheurs des axes environnement et faune et socioéconomie

Contexte :

L'établissement des sites agronomiques à grande échelle est central dans la programmation de recherche du Pôle. Les systèmes cultureux implantés dans ce projet font partie d'un gradient d'utilisation des terres (figure 2) qui permettra aux chercheurs des trois axes de documenter les aspects agronomiques, économiques, environnementaux et fauniques en lien avec les conditions d'inondation du lac Saint-Pierre (LSP).

Objectifs :

Objectif général :

Évaluer la faisabilité et la performance agronomique de systèmes cultureux permettant une meilleure couverture de sol dans la zone du littoral du LSP.

Objectifs spécifiques :

- Comparer la performance agronomique des systèmes cultureux de production conventionnelle de maïs et de soya à des systèmes cultureux améliorés avec des cultures de couverture et des bandes de graminées pérennes le long des fossés;
- Évaluer la performance agronomique (rendement et qualité du foin) des prairies nouvellement établies et des anciennes prairies;
- Vérifier le succès d'établissement des cultures de couverture, des bandes pérennes le long des fossés, ainsi que celui des prairies nouvellement établies;
- Évaluer la hauteur totale et la hauteur dite « Robel », le recouvrement et la biomasse du couvert végétal à l'automne, ainsi que la biomasse au printemps dans les différents systèmes cultureux à l'étude;
- Comparer deux modes de préparation du sol sur les rendements des cultures de maïs ou de soya et vérifier les impacts sur la turbidité de l'eau.

Méthodologie :

Dispositif expérimental :

Projet A. Comparaison des systèmes cultureux :

- 1) Champ de maïs en régie conventionnelle;
- 2) Champs de maïs avec pratiques culturales améliorées : culture intercalaire de *ray-grass* annuel (implanté au stade 4 à 6 feuilles du maïs) et bandes de 4 m de *ray-grass* et alpiste roseau implantées de chaque côté du champ, près des lignes de fossé;
- 3) Champ de soya en régie conventionnelle;

- 4) Champ de soya avec pratiques culturales améliorées : culture intercalaire de blé d'automne (semé en prédéfoliation du soya) et bandes de 4 m de *ray-grass* et alpiste roseau implantées de chaque côté du champ, près des lignes de fossé;
- 5) Champ avec nouvelle prairie (établie en 2018, 2019 ou 2020);
- 6) Champ en prairie établie depuis plusieurs années.

La comparaison de ces systèmes est effectuée dans quatre secteurs différents du LSP (Baie-du-Febvre, Pierreville, Saint-Barthélemy et île Dupas). Le tableau 9 résume les traitements qui sont comparés selon les secteurs à l'étude et selon deux scénarios, soit une crue hâtive ou normale et une crue tardive. En cas de crue hâtive, les traitements prévus au dispositif expérimental seront implantés tels qu'ils sont décrits.

En cas de crue tardive ne permettant pas l'ensemencement du maïs avant la mi-juin ou la fin juin, les parcelles en maïs seront remplacées par des cultures de couverture. Nous comparerons alors deux traitements, soit le *ray-grass* annuel et le mélange avoine – vesce velue – lin. Compte tenu des rendements élevés en biomasse du *ray-grass* annuel mesurés à l'automne 2019, nous allons conserver ce traitement puisque cette culture pourrait procurer un débouché économique (la récolte de foin, p. exemple), mais aussi constituer un bon substrat potentiel pour la faune au printemps. Cela reste toutefois à déterminer. Pour l'autre traitement de culture de couverture, comme le blé d'automne a procuré des rendements inférieurs en 2019 et que la période de semis (début juillet) est trop hâtive pour ce type de culture, nous allons la remplacer par un mélange d'avoine – vesce velue – lin, qui permettrait de produire une plus grande biomasse. Cette modification s'appuie sur les résultats du projet de Caroline Halde et Anne Vanasse en matière de cultures de couverture en petites parcelles, qui a montré que ce mélange est celui ayant le mieux performé. Ce choix a aussi été confirmé par le comité consultatif.

Pour les bandes enherbées le long de chaque fossé, il restera un site à établir à Pierreville avec un semis de *ray-grass* annuel et d'alpiste roseau au printemps 2020. Pour les autres bandes enherbées déjà implantées en 2019, comme nous ne sommes pas certains du succès d'établissement de l'alpiste roseau, nous allons procéder à un semis direct de cette espèce dans ces mêmes bandes.

Concernant les prairies, plusieurs démarches ont été effectuées à l'automne 2019 et en janvier 2020 pour identifier de nouveaux sites et recruter (s'il y a lieu) de nouveaux producteurs. Pour le secteur de Pierreville, il n'est pas possible d'avoir des sites de nouvelles prairies et de vieilles prairies. Malgré les démarches réalisées, aucun site cultivé par des producteurs ne correspondait aux critères de sélection (élévation et cotes d'inondation, notamment). Toutefois, un milieu naturel (une prairie humide) sera évalué par les chercheurs de l'axe environnement et faune dans ce secteur (comme dans les autres secteurs).

Pour compenser l'absence de site à Pierreville, nous allons augmenter le nombre de sites dans les secteurs de Baie-du-Febvre et de Saint-Barthélemy. Comme présenté au tableau 1, nous allons conserver les sites de Baie07 (nouvelle prairie) et de Baie09 (vieille prairie) et ajouter un site de nouvelle prairie établie en 2018. Pour le site de Baie07, il est possible qu'il y ait un réensemencement d'avoine et d'alpiste roseau en 2020, compte tenu du faible établissement de l'année 2019. À Saint-Barthélemy, le site BART10 sera ensemencé avec de l'avoine et de l'alpiste roseau en 2020 et nous ajouterons un site de nouvelle prairie établie en 2018. Enfin, dans le secteur de l'île Dupas, nous allons avoir un nouveau site de prairie à établir en 2020 et

sur lequel nous comptons faire deux semis à des dates différentes, afin de documenter cet aspect. Il y aura donc un premier semis, dès que le retrait de la crue le permettra, et un autre semis un peu plus tardif. Nous conservons le site de vieille prairie, géré par le même producteur qui établira les nouvelles prairies.

Il est à noter que des démarches seront effectuées auprès du MELCC pour obtenir les autorisations nécessaires à l'ajout des nouveaux sites.

| Liste des variables mesurées | |
|----------------------------------|--|
| Variables pivots | |
| - | Biomasse (kg M.S./ha) des cultures de couverture intercalaires ou de pleine saison (crue tardive), des graminées pérennes (bandes herbacées) et des prairies, mesurées en fin de saison, avant le gel |
| - | Hauteur totale et hauteur dite « Robel » des cultures de couverture intercalaires ou de pleine saison (crue tardive), des graminées pérennes (bandes herbacées) et des prairies, mesurées en fin de saison, avant le gel |
| - | Biomasse (kg M.S./ha) de la végétation présente au printemps lors de la crue dans les parcelles de maïs et soya (pour les régies conventionnelle et améliorée), dans les bandes de graminées pérennes et dans les prairies (nouvelles et vieilles prairies) – mesures effectuées par l'équipe environnement et faune |
| Variables complémentaires | |
| - | Recouvrement des espèces d'intérêt (cultures de couverture, graminées pérennes dans les bandes et dans les prairies) et des mauvaises herbes mesurés durant la saison, pour vérifier le succès d'établissement, et en fin de saison, avant le gel |
| - | Peuplement du maïs et du soya (durant la saison) |
| - | Rendement des cultures de maïs, de soya et des prairies |
| - | Humidité à la récolte du maïs et du soya |
| - | Qualité fourragère du foin récolté |

Livrables :

- Rendement/ha des cultures de maïs, de soya et de prairies établies selon différents systèmes cultureux;
- Efficacité de recouvrement des sols, biomasse, hauteur totale et hauteur dite « Robel » à l'automne des cultures de couverture, des graminées pérennes des bandes de *ray-grass* – alpeste roseau et des prairies;
- Évaluation du couvert végétal des différents systèmes cultureux au printemps;
- Recommandations en lien avec la faisabilité d'établissement et la performance agronomique de ces systèmes cultureux;
- Analyse technicoéconomique des systèmes cultureux de grandes cultures par l'équipe de Lota D. Tamini.

Projet B. Comparaison des travaux de sol

Établissement d'un dispositif expérimental chez deux producteurs (un site à Pierreville et un site à Saint-Barthélemy) pour comparer les travaux de sol :

- 1) Labour d'automne et travail de sol au printemps (herse ou vibroculteur);

2) Travail du sol au printemps avec une déchaumeuse.

Deux applications des traitements à chaque site.

Livrables :

- Rendement/ha et humidité à la récolte des cultures de maïs ou de soya selon les deux types de travaux de sol;
- Mesures de turbidité au printemps, lors de la crue, dans les parcelles labourées et dans les parcelles non labourées.

Tableau 9. Traitements du projet de comparaison des systèmes culturaux (maïs, soya, prairies) selon deux scénarios (crue « normale » et crue « tardive »)

| Bloc | Site | Traitement final 2019 | Traitement initial 2020 (crue « normale ») | Traitement initial 2020 (crue « tardive ») ¹ |
|------------------|---------------------|---|---|--|
| Saint-Barthélemy | BART05 | <i>Ray-grass</i> annuel | Soya conventionnel | Soya conventionnel |
| Saint-Barthélemy | BART06 | <i>Ray-grass</i> annuel + B.P. | Soya amélioré + B.P. | Soya amélioré + B.P. |
| Saint-Barthélemy | BART07 | Soya conventionnel | Maïs conventionnel | <i>Ray-grass</i> annuel |
| Saint-Barthélemy | BART08 | Soya amélioré + B.P. | Maïs amélioré + B.P. | <i>Ray-grass</i> annuel + B.P. |
| Saint-Barthélemy | BART10 | Nouvelle prairie (semis d'avoine fourragère) | Resemis de nouvelle prairie | Resemis de nouvelle prairie |
| Saint-Barthélemy | BART09 | Vieille prairie | Vieille prairie | Vieille prairie |
| Saint-Barthélemy | BART11 ³ | - | Nouvelle prairie (établie en 2018) | Nouvelle prairie (établie en 2018) |
| Île Dupas | DUPA01 | Blé d'automne | Soya conventionnel | Soya conventionnel |
| Île Dupas | DUPA02 | Blé d'automne + B.P. | Soya amélioré + B.P. | Soya amélioré + B.P. |
| Île Dupas | DUPA05 | Soya conventionnel | Maïs conventionnel | Mélange Av – Ve – Lin |
| Île Dupas | DUPA04 | Soya amélioré + B.P. | Maïs amélioré + B.P. | Mélange Av – Ve – Lin + B.P. |
| Île Madame | DUPA07 ³ | - | Nouvelle prairie (établie en 2020) | Nouvelle prairie (établie en 2020) |
| Île Dupas | DUPA03 | Vieille prairie | Vieille prairie | Vieille prairie |

| Bloc | Site | Traitement final 2019 | Traitement initial 2020 (crue « normale ») | Traitement initial 2020 (crue « tardive ¹ ») |
|----------------|---------------------|--|---|--|
| Baie-du-Febvre | BAIE03 | Blé d'automne | Soya conventionnel | Soya conventionnel |
| Baie-du-Febvre | BAIE04 | Blé d'automne + B.P. ² | Soya amélioré + B.P. | Soya amélioré + B.P. |
| Baie-du-Febvre | BAIE02 | Soya conventionnel | Maïs conventionnel | Mélange Av – Ve – Lin |
| Baie-du-Febvre | BAIE01 | Soya amélioré + B.P. | Maïs amélioré + B.P. | Mélange Av – Ve – Lin + B.P. |
| Baie-du-Febvre | BAIE07 | Nouvelle prairie (semis d'alpiste roseau et d'avoine fourragère) | Resemis de la nouvelle prairie | Resemis de la nouvelle prairie |
| Baie-du-Febvre | BAIE09 | Vieille prairie | Vieille prairie | Vieille prairie |
| Baie-du-Febvre | BAIE10 ³ | - | Nouvelle prairie (établie en 2018) | Nouvelle prairie (établie en 2018) |
| Pierreville | PIER04 | <i>Ray-grass</i> annuel | Soya conventionnel | Soya conventionnel |
| Pierreville | PIER05 | <i>Ray-grass</i> annuel | Soya amélioré + B.P. | Soya amélioré + B.P. |
| Pierreville | PIER02 | Blé d'automne | Maïs conventionnel | <i>Ray-grass</i> annuel |
| Pierreville | PIER03 | Soya + blé d'automne + B.P. | Maïs amélioré + B.P. | <i>Ray-grass</i> annuel + B.P. |

Notes

1 : En cas de crue trop tardive, il y aura remplacement du maïs par ces espèces de cultures de couverture.

2 : Les initiales « B.P. » remplacent « bandes pérennes herbacées ».

3. La notation « Av – Ve – Lin » remplace « avoine – vesce velue – lin »

4 : Nouveaux sites (prairies) qui seront ajoutés en 2020.

ADAPTATION ET PERFORMANCE AGRONOMIQUE DES CULTURES DE COUVERTURE EN PLEINE SAISON ET EN INTERCALAIRE DANS LE MAÏS-GRAIN ET DANS LE SOYA POUR LA ZONE DU LITTORAL DU LAC SAINT-PIERRE

CAROLINE HALDE (U. LAVAL)

Thème :

Cultures de couverture (CC)

Principaux collaborateurs :

Anne Vanasse (U. Laval), Colline Chih (U. Laval) et Florence Vachon-Laberge (U. Laval)

Contexte :

Les cultures de couvertures sont utilisées en agriculture pour couvrir le sol afin de le protéger contre l'érosion et les pertes d'éléments nutritifs par le lessivage et par le ruissellement. Dans la zone littorale, elles pourraient jouer un rôle écologique important en limitant la quantité de matières en suspension durant l'inondation. Or, les espèces de CC les mieux adaptées au contexte du littoral demeurent méconnues.

Objectifs :

L'objectif général du projet est de vérifier l'adaptation et la performance agronomique des CC dans la zone du littoral du lac Saint-Pierre (LSP), selon trois modes d'implantation.

Objectifs spécifiques :

- Volet pleine saison :
En cas de crue prolongée, sélectionner les CC de pleine saison produisant une biomasse abondante, haute et dense, permettant une couverture de sol maximale et qui résiste à la crue printanière;
- Volet intercalaire dans le maïs-grain :
Évaluer l'impact des CC implantées en intercalaire dans une culture de maïs-grain sur la couverture du sol, sur la biomasse des CC et sur la performance agronomique du maïs-grain à deux espacements différents entre les rangs de maïs-grain;
- Volet intercalaire dans le soya :
Évaluer l'impact des CC implantées en intercalaire dans une culture de soya sur la couverture du sol, sur la biomasse des CC et sur la performance agronomique du soya.

Méthodologie :

Des essais agronomiques en parcelles expérimentales seront effectués en 2019, 2020 et 2021 sur deux entreprises agricoles de grandes cultures dans la zone du littoral du LSP. Les CC seront semées en pleine saison (volet pleine saison), en intercalaire dans une culture commerciale de maïs-grain (volet intercalaire dans le maïs-grain) et en intercalaire dans une culture commerciale de soya (volet intercalaire dans le soya).

- Volet pleine saison :
Dispositif expérimental en tiroir, avec quatre blocs, implanté à quatre sites-années. Ce volet a été implanté à deux sites (rive nord et rive sud) en 2019. Il sera implanté

de nouveau à deux sites (rive nord et rive sud) en 2020, pour un total de quatre sites-années. Les parcelles (de 6 m x 10 m) sont implantées après la décrue (an 1) et sont suivies jusqu'à la décrue de l'année suivante (an 2). Les six traitements de CC testés en parcelles principales sont : seigle d'automne, *ray-grass* vivace, seigle d'automne – vesce velue, seigle d'automne – trèfle rouge, avoine – vesce velue – lin, en plus d'une parcelle témoin sans CC (sol nu). Les deux traitements d'enherbement testés en parcelles secondaires sont : enherbé ou désherbé. Un total de 192 parcelles expérimentales sont implantées, à savoir : 6 CC x 2 enherbements x 4 blocs x 2 sites x 2 ans.

- Volet intercalaire dans le maïs-grain :

Dispositif expérimental en tiroir, avec quatre blocs, implanté à quatre sites-années. Ce volet sera implanté sur deux sites (rive nord et rive sud) et sera répété sur deux ans (2020 et 2021). Les parcelles expérimentales (de 6 m x 10 m) seront implantées en intercalaire dans une culture de maïs-grain (au stade 4 feuilles). Les quatre CC testées en parcelles principales sont : *ray-grass* annuel (une CC), *ray-grass* annuel – trèfle incarnat (deux CC), *ray-grass* annuel – vesce velue – lin (trois CC) et parcelle témoin sans CC (aucune CC). Les deux traitements en parcelles secondaires sont des espacements du maïs-grain à 30 et à 60 pouces. Un total de 128 parcelles expérimentales sont implantées = 4 CC x 2 espacements du maïs-grain x 4 blocs x 2 sites x 2 ans.

- Volet intercalaire dans le soya :

Dispositif expérimental en blocs aléatoires complets, avec quatre blocs, implanté à quatre sites-années. Ce volet sera implanté sur deux sites (rive nord et rive sud) et sera répété sur deux ans (2020 et 2021). Les parcelles expérimentales (de 6 m x 10 m) seront implantées en intercalaire dans une culture de soya (à la volée au stade 2-3 trifoliées). Les CC testées sont : trèfle blanc nain (une CC), trèfle souterrain (une CC), lotier (une CC), mélilot jaune (une CC), plantain de Boston (une CC), mélange trèfle blanc nain – *ray-grass* (deux CC), mélange lotier – *ray-grass* (deux CC) et parcelle témoin sans CC (aucune CC). Les CC testées sont encore sujettes à changements, selon les consultations menées auprès d'agronomes et de producteurs agricoles. Un total de 128 parcelles expérimentales sont implantées = 8 CC x 4 blocs x 2 sites x 2 ans.

Les variables qui seront mesurées dans chacun des trois volets du projet sont les suivantes :

| Liste des variables mesurées | | Volet pleine saison | Volet intercalaire dans le maïs-grain | Volet intercalaire dans le soya |
|---|---|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| Cultures de couverture (CC) | Densité de population des CC 2-3 semaines après le semis (plant/m ²) | Oui | Oui | Oui |
| | Analyse physicochimique des sols pour décrire les sites (un échantillon/bloc) | Oui | Oui | Oui |
| | Stade phénologique des CC au gel hivernal (échelle BBCH et autres mesures) | Oui | Oui | Oui |
| | Recouvrement du sol par les CC pour chaque CC et sol nu (%) | Oui | Oui | Oui |
| | Hauteur dite « Robel » au gel hivernal (cm) | Oui | Oui | Oui |
| | Hauteur des plants étirés au gel hivernal (cm) | Oui | Oui | Oui |
| | Hauteur des plants non-étirés au gel hivernal (cm) | Oui | Oui | Oui |
| | Biomasse aérienne de chacune des CC au gel hivernal | Oui | Oui | Oui |
| | Biomasse aérienne des plantes adventices au gel hivernal | Oui | Oui | Oui |
| | Concentration en azote de la biomasse aérienne au gel hivernal | Oui | Oui | Oui |
| | Biomasse aérienne des résidus de CC à l'an 2, après la fonte des neiges et avant la crue, si possible | Oui | Oui | Oui |
| | Biomasse aérienne des résidus de CC à l'an 2, dans l'eau, lors de la crue | Oui | Oui | Oui |
| Biomasse aérienne des résidus de CC à l'an 2, après la décrue | Oui | Oui | Oui | |
| Culture commerciale (maïs-grain ou soya) | Densité de population de la culture 2-3 semaines après le semis de la culture commerciale (plant/m ²) | n/a | Oui | Oui |
| | Rendement de la culture commerciale à la récolte, l'automne | n/a | Oui | Oui |
| | Teneur en humidité de la culture commerciale | n/a | Oui | Oui |
| Propriétés du sol | Teneur en azote minéral (NO ₃ et NH ₄) à 1, 2 ou 3 périodes | Oui | Oui | Oui |

Livrables :

- Recommandations agronomiques sur la faisabilité, l'adaptation et la performance agronomique des CC à utiliser en pleine saison et en intercalaire dans le maïs-grain ou dans le soya, pour des champs de grandes cultures dans la zone du littoral du lac Saint-Pierre;
- Présentation des résultats à un colloque du Pôle;
- Fiche-résumé des résultats pour vulgarisation auprès des producteurs agricoles et des agronomes, à la fin du projet;

Analyse technicoéconomique des cultures de couvertures par l'équipe de Lota D. Tamini.

POTENTIEL DES PLANTES FOURRAGÈRES COMME CULTURES DANS LE LITTORAL DU LAC SAINT-PIERRE

PHILIPPE SEGUIN (U. MCGILL)

Thème :

Prairies et plantes fourragères

Principaux collaborateurs :

Valérie Gravel et d'autres chercheurs (MAPAQ, UQTR et U. Laval)

Contexte :

Les plantes fourragères ont déjà été une culture importante dans le littoral du lac Saint-Pierre. Les superficies en plantes fourragères ont diminué au cours des dernières décennies, au profit de cultures annuelles de maïs et de soya. Cependant, les plantes fourragères ont un plus grand potentiel dans les zones littorales en matière de services écologiques.

Objectifs :

L'objectif général de ce projet est d'évaluer le potentiel agronomique et environnemental de différentes espèces fourragères et leur régie lorsqu'elles sont cultivées en zone inondables.

Objectifs spécifiques :

- Évaluer le rendement et la qualité d'espèces semées en pur ou en mélanges;
- Établir la survie des espèces évaluées et la biomasse restante au printemps, après la crue;
- Déterminer la meilleure régie en matière de rendement et de potentiel écologique.

Méthodologie :

Le protocole expérimental et l'échantillonnage sera réalisé sur les deux sites prévus (rive nord et rive sud). L'établissement des parcelles sur le site de la rive sud (Baie-du-Febvre) a eu lieu en 2019 et les données seront également prises sur les mêmes parcelles en 2020 et en 2021. Les parcelles de recherche seront établies sur la rive nord (Saint-Barthélemy) en 2020, suivant le même protocole expérimental que pour la rive sud.

Les traitements en évaluation comptent différentes espèces de plantes fourragères et différentes régies. Tous les traitements sont évalués dans deux zones, une zone haute (> 6 m) et une zone basse (< 6 m). Les traitements seront réalisés dans un dispositif expérimental en blocs aléatoires, en tiroirs (RCBD avec *split-plot*); les traitements de régie se feront en parcelles principales et les traitements des espèces, en parcelles secondaires.

Les espèces évaluées incluront : l'alpiste roseau sans alcaloïdes, la fléole des prés, le vulpin des prés et un mélange complexe d'espèces de graminées et de légumineuses (alpiste roseau, fléole des prés, vulpin des prés, lotier, brome inerme). Une plante abri annuelle (avoine, 60 kg/ha) sera ajoutée au semis dans tous les traitements afin de réduire la pression exercée par les mauvaises herbes. Chaque espèce sera soumise à quatre régies : une coupe avec ou sans fertilisation azotée (100 kg/ha) et deux coupes avec une fertilisation azotée après la première coupe (100 kg/ha) ou après les deux coupes (60 + 40 kg/ha). Les parcelles secondaires seront d'une

dimension de 4,5 × 6 m. Le nombre de parcelles implantées à chaque site sera de 4 espèces × 4 régies × 3 réplicas × 2 zones = 96, pour un total de 192 parcelles.

Les principales variables étudiées pour l'année 2020, et au cours des trois années du projet, seront : la survie à l'hiver et à la crue, le recouvrement du sol au printemps et à l'automne, les rendements en biomasse, la composition botanique, la qualité fourragère, la biomasse résiduelle automnale, la hauteur étirée et la hauteur dite « Robel » des plants à l'automne. Un nombre limité d'échantillons seront aussi soumis à des analyses plus poussées afin d'identifier le potentiel des composés antinutritionnels qui pourraient être présents dans les fourrages produits dans le littoral du lac Saint-Pierre.

| Liste des variables mesurées |
|---|
| Survie à l'hiver et à la crue |
| Rendement en biomasse après chaque coupe |
| Composition botanique |
| Qualité fourragère |
| Recouvrement du sol au printemps et à l'automne |
| Biomasse résiduelle automnale |
| Hauteur étirée des plants |
| Hauteur dite « Robel » |
| Analyse de composés antinutritionnels |

Livrables :

- Identification des espèces fourragères et de la régie les plus adaptées aux différentes zones du littoral du lac Saint-Pierre;
- Détermination des caractéristiques de la biomasse des différents traitements à l'automne et au printemps, ce qui suggérera indirectement leur potentiel pour la nidification des espèces de poissons locaux;
- Première ébauche d'un itinéraire technique pour la production des plantes fourragères dans le littoral du lac Saint-Pierre;
- Analyse technicoéconomique des cultures fourragères par l'équipe de Lota D. Tamini.

POTENTIEL AGRONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL DE CULTURES ALTERNATIVES CULTIVÉES EN ZONE LITTORALE AU LAC SAINT-PIERRE

VALÉRIE GRAVEL (U. MCGILL) (1)

Thème :

Cultures alternatives

Principaux collaborateurs :

Anne Vannasse (U. Laval) et Philippe Séguin (U. McGill)

Contexte :

Une des priorités du Pôle est de développer de nouvelles pratiques agronomiques durables autant du point de vue agricole qu'environnemental. Une avenue possible est l'implantation de cultures alternatives pour remplacer les cultures principales du littoral du lac Saint-Pierre, celles du maïs et du soya.

Objectifs :

L'objectif général du projet est d'évaluer le potentiel agronomique et environnemental de différentes espèces lorsqu'elles sont cultivées en zones inondables.

Objectifs spécifiques :

- 1) Évaluer le potentiel de rendement d'espèces vivaces, annuelles et biennuelles dans le littoral du lac Saint-Pierre;
- 2) Évaluer le potentiel d'impact environnemental en ce qui a trait aux indicateurs phénologiques et morphologiques des plants cultivés;
- 3) Initier le développement d'itinéraires techniques des cultures alternatives démontrant le plus fort potentiel agronomique et environnemental.

Méthodologie:

Les parcelles expérimentales de la rive nord (Saint-Barthélemy) seront implantées en 2020, à la suite de la décrue. Comme pour les parcelles implantées en 2019 sur le site de la rive sud (Baie-du-Febvre), deux zones d'un même champ seront ciblées (zone haute et zone basse). Dans chacune des zones, un dispositif en bloc complet sera implanté, avec un total de trois blocs. Chaque parcelle aura une dimension d'environ 2 m x 6 m (adaptée selon les besoins de chaque culture). Le dispositif expérimental sera donc : x nombre d'espèces x 2 zones x 3 répétitions. Le choix des espèces pour les plantations de la rive nord sera fait suivant les observations en lien avec les plantations effectuées sur la rive sud en 2019, notamment en ce qui a trait à la survie à la crue 2020, aux rendements obtenus en 2019 et aux résidus de biomasse, qui seront mesurés au printemps 2020 après la décrue par l'équipe de G. Cabana (axe environnement et faune). De plus, de nouvelles espèces d'intérêt pourront aussi être implantées sur les deux sites en 2020, selon les disponibilités et les coûts des semences (p. ex. : sarrasin, caméline, épeautre, lin, foin d'odeur, saules à croissance rapide, etc.). Un maximum de 20 espèces par zone est ciblé.

Les variables étudiées tout au long de la saison de croissance seront : 1) les données de croissance des plants, 2) les rendements commercialisables des différentes cultures, 3) la biomasse totale en fin de saison, 4) les données phénologiques des plants à l'automne et au

printemps suivant la décrue (p. ex. : hauteur étirée, hauteur dite « Robel », couverture du sol) et 5) la survie à la crue (inondation) au printemps 2020.

| Liste des variables mesurées |
|---|
| Survie à la crue |
| Croissance des plants |
| Rendements commercialisables |
| Biomasse automnale |
| Hauteur étirée des plants à l'automne |
| Hauteur dite « Robel » des plants à l'automne |
| Couverture du sol à l'automne |

Livrables:

- Sélection fiable des principales espèces ayant été identifiées comme des solutions de rechange possibles aux cultures conventionnelles, incluant les avantages et inconvénients de chacune;
- Classement des espèces testées selon leur potentiel agronomique, basé sur les paramètres évalués;
- Liste de cultures alternatives démontrant un potentiel agronomique et environnemental pour les conditions particulières du littoral du lac Saint-Pierre;
- Première ébauche d'un itinéraire technique pour les cultures identifiées dans le cadre du projet;
- Analyse technicoéconomique des cultures alternatives par l'équipe de Lota D. Tamini.

PHYTOPROTECTION DANS LE CONTEXTE DE LA ZONE LITTORALE DU LAC SAINT-PIERRE : DÉVELOPPEMENT D'UNE GESTION RAISONNÉE DES RAVAGEURS, MALADIES ET MAUVAISES HERBESVALÉRIE GRAVEL (U. McGill) (2)

Thème :

Phytoprotection

Principaux collaborateurs :

Anne Vannasse (U. Laval) et Philippe Seguin (U. McGill)

Contexte :

L'implantation de nouvelles pratiques agricoles dans le littoral du lac Saint-Pierre (LSP) doit prendre en considération la phytoprotection. Une grande préoccupation environnementale dans cette région est directement liée à l'utilisation de pesticides et aux effets potentiellement néfastes de ces produits sur la qualité de l'eau et sur la faune. Changer les pratiques culturales, comme en recourant à l'utilisation de cultures alternatives ou à une utilisation réduite des pesticides, peut avoir un effet bénéfique sur l'environnement tout en créant un déséquilibre phytosanitaire des cultures agricoles (p. ex. : nouveaux ravageurs et perte de rendement due à des taux d'infestation plus élevés).

Objectifs :

L'objectif général de ce projet est d'évaluer l'impact des changements dans les pratiques culturales sur l'état phytosanitaire des cultures.

Objectifs spécifiques :

- 1) Évaluer l'impact de pratiques culturales améliorées pour le soya et le maïs sur les ennemis de ces cultures;
- 2) Évaluer l'état phytosanitaire des cultures alternatives envisagées pour le littoral du LSP et déterminer les besoins éventuels en interventions phytosanitaires;
- 3) Évaluer une approche de lutte intégrée envers les ennemis des cultures conventionnelles déjà produites dans le littoral du LSP minimisant l'utilisation de pesticides.

Méthodologie :

Le projet sera divisé en deux approches spécifiques. Une approche observationnelle mettra à profit les dispositifs expérimentaux proposés par le projet à grande échelle (PGE) implantés dans le cadre du Pôle (projet d'Anne Vannasse) et par le projet sur les cultures alternatives (projet de Valérie Gravel). La deuxième approche visera une gestion intégrée par l'évaluation de l'utilisation du sarrasin dans le cadre d'une stratégie de contrôle du ver fil-de-fer et des autres ravageurs du semis.

Pour l'approche observationnelle, un suivi de l'état phytosanitaire des parcelles du PGE sera réalisé. Les traitements comparés seront : 1) nouvelle prairie, 2) vieille prairie, 3) maïs conventionnel, 4) soya conventionnel, 5) maïs régie améliorée et 6) soya régie améliorée. Un dépistage des ravageurs des semis (ver fil-de-fer, ver blanc et mouche du semis) aura lieu pour chacun des sites, suivant le protocole du Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP). Les

principales maladies et principaux autres ravageurs des cultures seront également considérés si leur présence est observée. Un dépistage des mauvaises herbes sera effectué en collaboration avec l'équipe en charge du PGE. L'approche observationnelle prévoit également un suivi de l'état phytosanitaire, incluant insectes et maladies, des cultures alternatives.

Pour la deuxième approche du projet, des parcelles expérimentales seront implantées dans un site situé dans le littoral du LSP. Les traitements étudiés seront : 1) témoin maïs et soya conventionnel, 2) sarrasin semis tôt et 3) sarrasin semis tardif. Le dispositif sera un plan en tiroirs et inclura une zone haute et une zone basse dans chacune des parcelles principales. Le dispositif expérimental sera donc : 3 traitements x 2 zones x 3 répétitions = 18 sous-parcelles implantées. Un dépistage des ravageurs du semis sera effectué, comme décrit précédemment.

Les principales variables étudiées pour l'année 2020 et au cours des trois années du projet seront :

- 1) Approche observationnelle : l'abondance et les seuils d'interventions économiques pour les ravageurs des semis (ver fil-de-fer, ver blanc et mouche du semis) sur les sites en grandes cultures; la présence, puis la densité d'infestation des insectes ravageurs et des principales maladies dans les cultures implantées, si leur présence est observée (grandes parcelles et petites parcelles du projet sur les cultures alternatives de V. Gravel).
- 2) Approche de gestion phytosanitaire raisonnée : le rendement et la qualité des récoltes.

| Liste des variables mesurées |
|--|
| Abondance des ravageurs du semis (grandes cultures) |
| Seuils d'interventions économiques pour les ravageurs du semis (grandes cultures) |
| Présence et densité des maladies et des insectes ravageurs autres (grandes cultures) |
| Présence et densité des insectes ravageurs et maladies (cultures alternatives) |
| Rendement (grandes cultures, approche de gestion intégrée) |
| Qualité des récoltes (grandes cultures, approche de gestion intégrée) |

Livrables :

- Évaluation du développement épidémiologique des ravageurs et des autres ennemis des cultures en fonction des pratiques culturales améliorées;
- Bilan de l'utilisation des intrants visant la gestion des ravageurs, des maladies et des mauvaises herbes selon les pratiques culturales;
- Estimation des besoins en intrants phytosanitaires des cultures alternatives;
- Première ébauche d'un itinéraire technique pour la gestion des ennemis des cultures alternatives identifiés dans le cadre du projet;
- Évaluation du potentiel de l'utilisation du sarrasin dans une stratégie de gestion intégrée et d'une réduction de l'utilisation des pesticides dans les zones visées du littoral du lac Saint-Pierre;
- Analyse technicoéconomique de la lutte intégrée par l'équipe de Lota D. Tamini.

DÉVELOPPER DES MÉTHODES D'AMÉNAGEMENT DE FOSSÉS VÉGÉTALISÉS DANS LA ZONE LITTORALE DU LAC SAINT-PIERRE

MONIQUE POULIN (U. LAVAL)

Thème :

Diversification des bandes herbacées près des fossés

Principaux collaborateurs :

Zhiming Qi (U. McGill), Anne Vanasse (U. Laval) et d'autres chercheurs de l'axe environnement et faune et de l'axe socioéconomie

Contexte :

Les bandes riveraines implantées en bordure des cours d'eau et des fossés agricoles ont un rôle écologique clef pour les écosystèmes naturels avoisinants. Elles constituent notamment des bandes tampons entre les champs et les cours d'eau ou fossés en retenant les sédiments et en filtrant les contaminants agricoles (p. ex. : fertilisants, pesticides). En plus de fournir un habitat pour la faune et pour la flore, elles favorisent la dispersion des espèces à l'échelle du paysage. Toutefois, les espèces végétales adaptées aux conditions spécifiques du littoral du lac Saint-Pierre (LSP) et susceptibles d'être implantées efficacement le long des fossés demeurent méconnues.

Objectifs:

Les objectifs de ce projet sont (1) de développer les connaissances relatives aux communautés végétales présentes dans le littoral du lac Saint-Pierre afin d'identifier les espèces à préconiser dans les projets d'aménagement de bandes de végétation le long de fossés agricoles et (2) d'évaluer leur succès d'établissement dans la plaine d'inondation du LSP.

Méthodologie :

En 2020, des bandes herbacées de 2 ou de 4 m de large seront implantées le long de fossés en bordure des champs dans trois secteurs (Baie-du-Febvre, Saint-Cuthbert et Yamachiche) et comparées à un traitement témoin sans bande. Huit mélanges herbacés ont été sélectionnés sur la base 1) des inventaires botaniques réalisés dans 125 friches, prairies humides et marais de la zone littorale à l'été 2019, 2), de la complémentarité dans les niches écologiques des espèces, notamment face à la résistance à la crue et à la sécheresse, 3) d'avis d'experts et 4) de considérations technicoéconomiques (le potentiel énergétique, le coût des semences, le besoin en stratification, etc.). Ces mélanges sont composés ainsi :

- Panic érigé (variété Lowland) + *ray-grass* annuel;
- Foin d'odeur + *ray-grass* annuel;
- Alpiste roseau + *ray-grass* annuel;
- Mélange prairie humide (développé par Canards Illimités) : 15 % Agrostide blanche + 20 % Fétuque élevée + 12 % *ray-grass* vivace + 13 % *ray-grass* annuel + 15 % panic érigé + 25 % phléole des prés;
- Mélange prairie humide modifié : 17 % agrostide blanche + 20 % fétuque rouge + 15 % *ray-grass* vivace + 13 % *ray-grass* annuel + 20 % élyme de Virginie + 15 % lotier corniculé;

- Mélange diversifié 1 : 25 % *ray-grass* annuel + 15 % lotier corniculé + 20 % alpiste roseau + 15 % fétuque rouge + 15 % pâturin des prés + 10 % asclépiade des marais;
- Mélange diversifié 2 : 25 % *ray-grass* annuel + 15 % mélilot jaune + 10 % glycérie géante + 15 % vulpin des prés + 25 % élyme de Virginie + 10 % aster lancéolé;
- Mélanges 4 espèces : 25 % *ray-grass* annuel + 20 % lotier corniculé + 25 % élyme de Virginie + 30 % alpiste roseau.

Deux réunions avec des spécialistes de pépinières sont prévues sous peu pour bonifier ces mélanges et les ajuster à certaines réalités du terrain. Les taux de semis sont également à déterminer.

Ces traitements seront établis au semoir expérimental (U. Laval) dans des parcelles d'environ 1,62 x 5 m, et répétés dans trois blocs placés le long du même bord d'un fossé de 2 m dans chaque secteur (pour un total de 72 unités expérimentales). Les bords de fossés non utilisés pour ces traitements seront semés d'un mélange d'alpiste roseau et d'avoine à l'aide d'un semoir à céréales avec boîte à millage sur 2 ou 4 m de large, afin d'observer l'impact de la largeur de bandes enherbées sur la dynamique de sédimentation des fossés (projet en collaboration avec Zhiming Qi). À l'été 2019, un traitement additionnel à celui des bandes d'alpiste roseau a été instauré dans deux secteurs (Saint-Cuthbert et Yamachiche). Les populations d'alpiste roseau déjà établies dans les fossés de façon spontanée ont été d'abord localisées. Lors du nettoyage des fossés, la biomasse de plante a été déposée intacte sur le rebord du fossé au lieu d'être épandue dans le champ. Ce traitement de translocation végétale a été établi dans six parcelles de 20 m de long (trois parcelles dans deux secteurs : Yamachiche et Saint-Cuthbert).

| Liste des variables mesurées |
|---|
| Composition et couvert des espèces à mi-saison |
| Couvert total, d'herbacées semées et de mauvaises herbes à mi-saison |
| Hauteur totale en fin de saison |
| Rigidité |
| Biomasses d'herbacées semées et d'espèces spontanées en fin de saison |
| Hauteur dite « Robel » des plants à l'automne |
| Couverture de sol à l'automne |

Nous prévoyons également effectuer un inventaire des espèces arbustives présentes le long des cours d'eau de la zone littorale. Il s'agira, dans les secteurs échantillonnés, d'identifier et de géoréférencer les arbustes afin d'en déterminer la tolérance à la durée d'inondation (en associant leur présence avec la cote d'inondation modélisée) et de proposer une liste d'espèces potentiellement favorables à l'aménagement de bandes riveraines. Nous sélectionnerons des cours d'eau représentant deux types de débits de façon appariée dans plusieurs secteurs de la zone littorale du LSP et effectuerons les inventaires à intervalles réguliers en remontant ces cours d'eau. Lorsque des saules seront répertoriés en dehors des parcelles d'inventaire, leur localité sera notée et l'espèce identifiée.

Livrables :

Le projet permettra d'établir une liste d'espèces végétales propices à l'aménagement de bandes herbacées le long des fossés agricoles de la zone littorale. Le suivi des bandes expérimentales permettra également d'identifier les plantes recolonisant spontanément ces milieux et d'évaluer leur résistance à la colonisation par des espèces envahissantes. L'équipe de Lota D. Tamini réalisera une analyse technicoéconomique des bandes enherbées.

ÉLABORATION DE STRATÉGIES DE GESTION DES EAUX DE DRAINAGE AFIN D'AMÉLIORER LA QUALITÉ DE L'EAU ET DE RÉDUIRE LES COÛTS D'ENTRETIEN DES FOSSÉS DANS LA ZONE LITTORALE DU LAC SAINT-PIERRE

ZHIMING QI (U. MCGILL)

Thème :

Sédimentation dans les fossés de drainage

Principaux collaborateurs :

Shiv Prasher (U. McGill) et Monique Poulin (U. Laval)

Contexte :

Les fossés de drainage agricole de la zone littorale ont tendance à s'engorger rapidement en raison de la lenteur de l'écoulement, qui favorise la sédimentation des matières en suspension. En conséquence, une excavation de ces fossés est requise tous les trois ou cinq ans. Cela a un coût important et constitue un fardeau financier significatif pour les autorités gouvernementales.

Objectifs :

L'objectif de cette recherche est d'élaborer des stratégies de gestion des eaux de drainage afin de réduire les coûts d'entretien des fossés situés dans la zone inondable du lac Saint-Pierre (LSP).

Plus spécifiquement, le projet vise, dans un premier temps, à mesurer le taux de sédimentation, l'érosion des berges, la géomorphologie des fossés de surface et la qualité de l'eau du sol (azote total et phosphore total) à proximité des champs, selon différentes largeurs de bandes herbacées. Dans un deuxième temps, une analyse économique des coûts-revenus des différentes stratégies de gestion des drains pourra être réalisée afin de trouver la solution la mieux adaptée aux conditions particulières de la plaine inondable.

Méthodologie :

L'excavation du fossé a été achevée en 2019. En 2020, notre plan est d'effectuer des mesures de la qualité des sédiments et de l'eau du sol dans tous les fossés dans le cadre de divers traitements. Il y a trois secteurs (Baie-du-Febvre, Saint-Cuthbert et Yamachiche) et, pour chaque secteur, trois fossés ont été sélectionnés. Chaque fossé est d'environ 4 m de large et de 600 à 1 000 m de long. À chaque emplacement, chaque fossé sera assigné à l'un des trois traitements suivants : aucune bande tampon, bandes tampons herbacées de 2 m de large et bandes tampons herbacées de 4 m de large. L'élaboration de bandes tampons sera dirigée par notre collaboratrice, la professeure Monique Poulin. Notre groupe effectuera la mesure des sédiments dans les fossés au moyen d'un relevé manuel du profil transversal du fossé et d'un relevé aérien. L'arpentage manuel sera effectué à l'aide d'une station totale électronique tous les 20 m, le long du fossé, deux à trois fois dans l'année. Un relevé aérien sera également effectué pour mesurer les changements de topographie des fossés à l'aide d'un LiDAR haute résolution monté sur un véhicule d'aviation sans pilote (drone) dans le cadre d'un contrat de sous-traitance avec MTV à Québec, une à deux fois par année. En ce qui concerne les mesures hydrologiques, nous avons prévu de mesurer le débit de quelques fossés à l'aide du canal H. Cependant, nous avons constaté que les deux côtés du canal H seront submergés sous l'eau en raison de la nappe

phréatique élevée en aval du fossé. Par conséquent, il semble que la sortie ne puisse pas être mesurée directement. Nous allons par conséquent essayer d'installer quelques transducteurs de pression pour mesurer la profondeur de l'eau à la sortie du fossé; toutefois, nous ne savons pas si cette mesure pourra être convertie en débit d'eau.

| Liste des variables mesurées |
|--|
| Zone transversale des fossés tous les 20 m deux à trois fois par an |
| Image LiDAR des fossés une fois par an (haute résolution, 5 cm) |
| Débit d'eau dans les fossés |
| Qualité de l'eau; total de l'azote et du phosphore dans les sédiments et dans l'eau des fossés |

Livrables :

Le projet permettra d'élaborer des procédés de gestion plus efficaces, adaptés au littoral du LSP, afin de réduire la sédimentation dans les fossés de drainage et d'améliorer la qualité de l'eau. L'évaluation des coûts-bénéfices permettra en plus de déterminer les stratégies d'implantation et de nettoyage des fossés agricoles les moins coûteuses.

3.2 LES PROJETS DE L'AXE ENVIRONNEMENT ET FAUNE

Les objectifs spécifiques de l'axe environnement et faune sont de :

- Mesurer l'influence des différentes cultures et pratiques culturales testées et des milieux naturels sur l'environnement et la faune du lac Saint-Pierre;
- Évaluer le rôle des prairies humides naturelles et des milieux forestiers dans la dynamique du littoral du lac Saint-Pierre;
- Caractériser la provenance des masses d'eau tributaires du lac Saint-Pierre qui agissent sur l'inondation;
- Analyser la toxicité de l'eau et des sols en fonction des différents usages de la zone littorale.

Tableau 11. Liste des projets de recherche de l'axe environnement et faune

| Chercheur principal | Titre du projet |
|-------------------------------------|---|
| Stéphane Campeau UQTR | Cartographie prédictive des patrons d'écoulement dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre |
| Alexandre Roy UQTR | Évaluation de l'effet des pratiques agricoles sur la qualité de l'eau par télédétection multiéchelle et multitemporelle |
| François Guillemette UQTR | Effets des pratiques agricoles sur la production primaire à la base du réseau trophique aquatique dans la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre |
| Gilbert Cabana UQTR | Effet des cultures et pratiques agricoles existantes et en transition sur la production secondaire de la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre |
| Marco Rodriguez UQTR | Réponses des populations de poissons aux activités agricoles, milieux naturels et projets de restauration dans la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre |
| Shiv Prasher U. McGill | Balayage à large spectre des pesticides dans l'eau et dans les sédiments de la zone littorale du lac Saint-Pierre. |
| Jessica Head U. McGill | Évaluation de l'effet des pesticides sur les premiers stades de vie des poissons en relation aux pratiques agricoles dans la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre |
| Andrea Bertolo UQTR | Effets de pratiques agricoles sur les banques d'œufs d'invertébrés et des graines de plantes aquatiques : une approche expérimentale pour quantifier la résilience des communautés de la plaine inondable |
| Vincent Maire UQTR | Influence de l'inondation et de l'utilisation des terres sur la séquestration du carbone du sol |
| Raphaël Proulx UQTR | Réponse fonctionnelle de la biodiversité animale sur un gradient d'utilisation des terres |
| Vincent Maire UQTR | Indice de biodiversité fonctionnelle des plaines inondables par ADN environnemental pour évaluer l'impact de l'usage des terres dans un contexte de zone inondable |

CARTOGRAPHIE PRÉDICTIVE DES PATRONS D'ÉCOULEMENT DANS LA PLAINE INONDABLE DU LAC SAINT-PIERRE

STÉPHANE CAMPEAU (UQTR)

Thème :

Hydrodynamique de l'inondation et des tributaires de la plaine inondable

Principaux collaborateurs :

Alexandre Roy (UQTR); Christophe Kinnard (UQTR) et Pierre-André Bordeleau (UQTR)

Contexte :

Afin de mesurer l'impact des futures interventions de restauration dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre, il est nécessaire d'y préciser les patrons d'écoulement et l'origine des matières en suspension des eaux turbides qui recouvrent la plaine pendant la crue printanière. Dans la plaine de récurrence 2 ans, la qualité de l'eau à un point donné est la résultante de l'effet combiné 1) des propriétés des eaux de fonte provenant de l'amont du réseau de drainage local, 2) de la remise en suspension des sédiments par le vent et le courant sur le site même et 3) des propriétés des masses d'eau du fleuve et de ses tributaires (incluant les rivières, les petits cours d'eau et les fossés).

Objectifs:

Les objectifs du projet sont 1) de cartographier les patrons d'écoulement lors de la crue et de la décrue (matrice d'écoulement du réseau terrestre et orientation et vitesse des courants dans la plaine d'inondation), 2) de délimiter les sous-bassins versants et les surfaces contributives en chaque point de la plaine inondable et à différentes dates, 3) de caractériser et de distinguer les différentes masses d'eau en mesurant *in situ* la conductivité, la turbidité et les concentrations en matières en suspension (MES) dans la plaine inondable, 4) de développer un modèle prédictif de l'écoulement et de la turbidité, et 5) d'évaluer l'impact des pratiques agricoles sur les concentrations en MES et la turbidité dans la plaine au cours du printemps, en collaboration avec l'équipe d'Alexandre Roy.

Méthodologie :

Les relevés LIDAR, avec une généralisation à 1 m, seront utilisés afin de produire une matrice d'écoulement. Cette matrice sera modifiée afin de tenir compte des centaines de ponts et de ponceaux présents sur le territoire. La matrice sera validée sur le terrain lors de la crue des printemps 2019 et 2020. La matrice d'écoulement sera complétée par des mesures de vitesse et de direction des courants effectuées sur le terrain, afin de produire des matrices composites des patrons d'écoulement à différents moments pendant la crue et la décrue. À partir de ces matrices, les sous-bassins versants et les surfaces contributives de chaque point de la plaine inondable seront déterminés. La conductivité, la turbidité de l'eau et les concentrations en matières en suspension seront mesurées sur le terrain afin de caractériser et de distinguer les différentes masses d'eau et de raffiner les patrons d'écoulement. Sur les sites faisant l'objet d'une intervention particulière (essais agronomiques), des sondes autonomes de turbidité et des courantomètres TCM-4 seront installés et demeureront sur place jusqu'à la fin de la décrue. De plus, des mesures ponctuelles de conductivité, de turbidité et de matières en suspension seront effectuées le long de transects dans la plaine inondable à bord d'un kayak. Les transects seront réalisés au-dessus des essais agronomiques à grandes échelles. Lorsque le niveau de l'eau

le permettra, deux transects seront réalisés à des profondeurs différentes sur chaque parcelle agricole. Les transects seront parcourus à plusieurs reprises au cours de la crue et de la décrue. En 2020, les transects seront étendus afin de couvrir également les essais en bandes enherbées (projets des professeurs Monique Poulin et Zhiming Qi). L'ensemble des mesures effectuées sur le terrain permettront à l'équipe d'Alexandre Roy de développer des produits de turbidité satellitaire. Le patron d'écoulement établi à l'aide des relevés LiDAR, des courantmètres et des observations effectuées sur le terrain permettra d'évaluer l'origine de la turbidité (et celle des MES) mesurée au-dessus des parcelles agricoles.

| Liste des variables mesurées |
|--|
| Écoulement (matrice d'écoulement du réseau terrestre et orientation et vitesse des courants dans la plaine d'inondation lors de la crue et de la décrue) |
| Conductivité de l'eau (mS/cm) |
| Turbidité de l'eau <i>in situ</i> (FNU) |
| Matières en suspension (mg/l) |
| État de sols agricoles au printemps (sols nus, résidus, prairies) |

Livrables :

- Matrice d'écoulement du réseau terrestre (LiDAR) et orientation et vitesse des courants dans la plaine d'inondation lors de la crue et de la décrue;
- Délimitation des sous-bassins versants et des surfaces contributives en chaque point de la plaine inondable, pour la crue et pour la décrue;
- Cartographie de la conductivité, de la turbidité et des concentrations en MES mesurées *in situ* à différents moments de la crue et de la décrue. Ces données permettront à l'équipe d'Alexandre Roy de développer des produits de turbidité satellitaire;
- Modèle prédictif de l'écoulement dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre et modèle de turbidité développé en collaboration avec l'équipe d'Alexandre Roy;
- Cartographie de l'état des sols agricoles au printemps, avant le début des travaux aux champs (sols nus, résidus, prairies, etc.).

ÉVALUATION DE L'EFFET DES PRATIQUES AGRICOLES SUR LA QUALITÉ DE L'EAU PAR TÉLÉDÉTECTION MULTI-ÉCHELLE ET MULTI-TEMPORELLE

ALEXANDRE ROY (UQTR)

Thème :

Hydrodynamique de l'inondation et des tributaires de la plaine inondable

Principaux collaborateurs :

Christophe Kinnard (UQTR), Stéphane Campeau (UQTR) et Pierre-André Bordeleau (UQTR)

Contexte :

Les caractéristiques optiques de l'eau, dont sa turbidité, sont des indicateurs importants de la qualité de l'eau et peuvent avoir des répercussions importantes sur les processus écologiques dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre (LSP). Néanmoins, même s'il est reconnu que les pratiques agricoles peuvent grandement influencer la turbidité de l'eau lors des inondations en agissant sur la mise en suspension des sédiments dans l'eau, peu d'études ont quantifié ces effets. Par ailleurs, le développement de cultures et de pratiques culturales adaptées au contexte spécifique de la zone littorale cultivée du LSP est un enjeu de taille. Mieux comprendre l'impact des inondations sur l'agriculture permettra de proposer un mode de gestion favorisant une agriculture durable dans le littoral du LSP.

Objectifs :

Le projet est ainsi coordonné autour de deux objectifs spécifiques basés sur la télédétection multiéchelle et multitemporelle.

Objectif 1 : Évaluer l'impact des pratiques agricoles sur la qualité de l'eau en développant un algorithme de détection de la turbidité de l'eau dans le littoral du LSP lors des crues printanières à partir de données de télédétection multiéchelle (drone et satellite).

Objectif 2 : Évaluer l'impact des inondations sur la productivité agricole en utilisant l'indice de végétation normalisée (NDVI) dans le littoral du LSP.

Méthodologie :

Pour atteindre l'objectif 1, comme les résolutions temporelles des données satellitaires disponibles sont faibles (cinq jours pour Sentinel-2 et seize jours pour Landsat), une caméra multispectrale montée sur un drone sera utilisée pour développer et évaluer l'algorithme de détection de la turbidité de l'eau dans le littoral du LSP. Aux printemps 2020 et 2021, des vols de drone seront réalisés conjointement avec des mesures intensives de la turbidité au sol (échantillonnage *in situ*, avec échantillons et à l'aide d'un drone aquatique, par l'équipe de Stéphane Campeau). Les réflectances des différentes bandes spectrales, ainsi que différents indices seront comparés aux mesures de turbidité. Des mesures intensives additionnelles seront aussi effectuées lors du passage des satellites dans le but d'évaluer l'algorithme sur la base des données satellitaires. À partir de l'algorithme développé, l'effet des pratiques agricoles sur la turbidité de l'eau sera évalué pour l'ensemble de la plaine inondable du LSP en comparant les cartes d'utilisation du sol disponibles (cultures pérennes/cultures annuelles) aux turbidités mesurées par les satellites. L'étude utilisera les données Sentinel-2 disponibles depuis 2016 à une résolution spatiale de 10 m et temporelle de 5 jours, tandis que les données Landsat-TM,

avec des résolutions spatiales de 30 m et temporelles de 16 jours plus faibles, seront utilisées pour observer l'impact des pratiques agricoles sur la turbidité de l'eau depuis 1984.

Pour atteindre l'objectif 2, des vols de drone seront effectués sur les quatre secteurs prioritaires quatre fois au cours de la saison de croissance afin de faire un suivi spatiotemporel de la biomasse. La caméra multispectrale installée sur le drone permettra de mesurer le NDVI généralement corrélé à la biomasse. Les premiers vols se feront très tôt, lors du retrait de l'inondation, afin d'obtenir des images du couvert végétal juste avant que les premiers semis soient plantés (entre mi-juin et début juillet). Par la suite, des visites à la mi-juillet et à la mi-août seront faites afin de mesurer l'évolution de la biomasse sur les différents sites. À partir des images de NDVI de drone et des images Landsat (de 1984 jusqu'à présent), une analyse de l'impact de l'inondation sur la variabilité interannuelle de la productivité agricole dans le littoral du LSP sera effectuée.

| Liste des variables mesurées |
|--|
| Images multispectrales à haute résolution (drone) et satellitaires avec Sentinel-2 (10 m) pour estimer la turbidité de l'eau |
| Indice de végétation normalisée (NDVI) à partir de drone (juillet, août, septembre et octobre) |
| Images satellitaires avec Landsat |

Livrables :

- Cartographie à fine échelle spatiale et temporelle (incluant des champs où des pratiques agricoles seront déployées) de la turbidité à partir de drone;
- Cartographie de la turbidité de l'eau sur l'ensemble des milieux ouverts de la plaine inondable par satellite;
- Analyse quantitative de l'impact des pratiques agricoles et des projets de restauration sur la turbidité de l'eau;
- Modèle prédictif de la turbidité (conjointement avec l'équipe de Stéphane Campeau);
- Cartes de NDVI à partir d'images de drones et d'images satellitaires.

EFFETS DES PRATIQUES AGRICOLES SUR LA PRODUCTION PRIMAIRE À LA BASE DU RÉSEAU TROPHIQUE AQUATIQUE DANS LA PLAINE D'INONDATION DU LAC SAINT-PIERRE

FRANÇOIS GUILLEMETTE (UQTR)

Thème :

Production aquatique de la plaine d'inondation

Principaux collaborateurs :

Gilbert Cabana (UQTR), Vincent Maire (UQTR) et Jérôme Comte (INRS-ETE)

Contexte :

Ce projet va documenter les effets des différentes pratiques culturales sur la productivité primaire, à la base des réseaux trophiques, qui soutient la productivité des niveaux supérieurs (invertébrés, poissons). Ce projet sera mis en relation avec celui de Gilbert Cabana portant sur la production aquatique secondaire. Alors que le projet de Vincent Maire étudiera l'effet des différentes pratiques agricoles sur la production de méthane dans les sols, la présente étude portera sur l'intégration de ce méthane dans les réseaux trophiques aquatiques par la méthanotrophie. L'information générée par ce projet apportera finalement un éclairage sur l'impact des pratiques agricoles sur la biodiversité aquatique au sens large, en plus d'ajouter une composante microbienne au Pôle, grâce à la collaboration d'un chercheur externe, Jérôme Comte.

Objectifs

Les objectifs du projet sont 1) d'étudier l'impact des pratiques agricoles et des projets de restauration sur la productivité aquatique primaire dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre (LSP); 2) d'étudier la capacité des producteurs primaires à soutenir les organismes supérieurs (comme les invertébrés et les larves de poisson) à l'aide d'une approche isotopique; 3) d'étudier l'impact des différentes pratiques agricoles et projets de restauration sur la biodiversité des microorganismes pouvant altérer certaines fonctions écologiques clés de la plaine d'inondation (comme le recyclage de nutriments et la méthanotrophie). Finalement, le relargage de la matière organique des sols ennoyés vers l'eau sera suivi à l'aide de mesures chimiques. Ces mesures serviront à relier les différentes pratiques agricoles et projets de restauration aux changements de productivité aquatique à chaque site échantillonné.

Méthodologie :

Un stagiaire postdoctoral et deux étudiants à la maîtrise (Comte, Cabana et Maire en tant que codirecteurs) seront chargés de la collecte des échantillons et de la réalisation des expériences. Des échantillons d'eau seront prélevés dans 32 sites différents répartis sur quatre secteurs situés sur les rives nord et sud du LSP, chacun présentant six pratiques agricoles (grandes parcelles) et deux témoins en milieu naturel. Les échantillons seront récupérés deux fois pendant la période d'inondation. En plus du prélèvement des échantillons, la turbidité, la température, le pH et les concentrations en oxygène seront déterminés à l'aide d'une sonde multiple YSI. Les régimes de lumière sous-marine seront déterminés à l'aide d'un profileur PAR-UV et les concentrations de dioxyde de carbone (CO₂) et de méthane (CH₄) seront mesurées à l'aide d'un détecteur de gaz LiCor. Productivité primaire : La production primaire sera évaluée en mesurant les concentrations de chlorophylle a de la biomasse de phytoplancton. Métabolisme bactérien : Les taux de respiration bactérienne seront mesurés en tant que perte en oxygène à

l'aide de capteurs optiques (Presens). La production bactérienne sera estimée à l'aide de la technique d'incorporation de leucine. L'abondance des bactéries sera mesurée par cytométrie en flux à l'INRS-ETE. Les modifications des capacités métaboliques de la communauté bactérienne seront évaluées à l'aide de Biolog EcoPlates, qui fournit des données sur la capacité des bactéries à dégrader 31 substrats carbonés différents. Diversité microbienne : Des échantillons d'eau dupliqués d'environ 1 L seront collectés pour récupérer l'ADN de la communauté microbienne attachée et libre avec des filtres de 3 µm et 0,2 µm, respectivement. L'ADN microbien sera ensuite extrait à l'aide d'un kit AllPrep DNA/RNA (Qiagen) et la diversité de la communauté déterminée par séquençage (plateforme Illumina MiSeq) à l'Institut de biologie intégrative et des systèmes (IBIS, Université Laval); une attention particulière sera accordée à l'identification des gènes associés aux méthanotrophes (*pmoA*). Matière organique : Le carbone organique dissous sera analysé dans les échantillons d'eau après filtration, puis caractérisé optiquement par absorbance et fluorescence (à l'aide de la modélisation PARAFAC). La matière organique sera extraite en phase solide et des spectres de masse détaillés permettant l'identification de plus de 10 000 composés organiques seront obtenus avec une FT-ICR-MS de 21 Tesla au National High Magnetic Field Lab, en Floride. Les sources de matière organique et les fractions utilisées par les microbes aquatiques seront évaluées à l'aide d'une approche de traçage multi-isotopes basée sur les $\delta^2\text{H}$, $\delta^{13}\text{C}$ et $\Delta^{14}\text{C}$.

| Liste des variables mesurées |
|--|
| Azote totale et dissous, nitrates + nitrites |
| Phosphore total et dissous |
| Chlorophylle a |
| Fluorescence et absorbance de la matière organique dissoute |
| Respiration + Abondance + Production bactérienne |
| Capacité métabolique bactérienne |
| Physicochimie: pH, conductivité, température |
| Profils de lumière (sonde fluorescence) |
| Gaz dissous: O ₂ , CO ₂ , CH ₄ |
| Carbone organique particulaire |
| Signature isotopique du carbone inorganique et organique dissous |
| Séquençage de la communauté bactérienne |
| Abondance des méthanotrophes |

Livrables :

Ce projet répondra à plusieurs questions concernant l'impact de l'agriculture et des projets de restauration sur le fonctionnement de la plaine d'inondation du LSP. Il conduira également à des publications avec comité de lecture et à la formation d'étudiants:

- Quel est l'impact des pratiques agricoles actuelles et des efforts de restauration sur la productivité primaire de la plaine inondable?
- Les différents types d'agriculture et de projets de restauration entraînent-ils des changements dans la diversité et dans le fonctionnement des communautés microbiennes aquatiques?

- Est-ce que la méthanotrophie constitue une voie de transmission d'énergie importante vers les niveaux les plus élevés du réseau trophique de la plaine inondable?
- Comment les différentes pratiques culturelles et projets de restauration affectent-ils la quantité et la composition chimique de la matière organique présente dans l'eau en période d'inondation?

EFFET DES CULTURES ET PRATIQUES AGRICOLES EXISTANTES ET EN TRANSITION SUR LA PRODUCTION SECONDAIRE DE LA PLAINE D'INONDATION DU LAC SAINT-PIERRE

GILBERT CABANA (UQTR)

Thème :

Qualité de l'eau et biodiversité faunique

Principaux collaborateurs :

Andrea Bertolo (UQTR), François Guillemette (UQTR) et Pascal Sirois (UQAC)

Contexte :

Les organismes responsables de la productivité secondaire jouent un rôle crucial comme source de nourriture pour les poissons du lac Saint-Pierre (LSP). Il est donc impératif de comprendre comment ces populations sont influencées par les différents usages de la plaine inondable afin de favoriser le rétablissement des populations des espèces de poissons en déclin au LSP.

Objectifs :

Les travaux de ce projet porteront sur les communautés animales aquatiques, notamment les invertébrés (zooplanctons et organismes benthiques) et les larves de deux poissons (perchaude et brochet). Le projet vise à mieux comprendre l'influence des pratiques agricoles sur la productivité des invertébrés aquatiques et sur les larves de perchaude et de brochet.

Méthodologie :

Les paramètres mesurés incluront l'abondance, la diversité et la croissance des populations de zooplancton, ainsi que la croissance, le contenu en énergie et la morphologie des larves de ces poissons du début à la fin de la période d'inondation

Ultimement, les mesures simples développées dans le cadre de ce projet (p. ex. : ratios isotopiques, abondance, morphologie, contenu en énergie) permettront un diagnostic rapide du fonctionnement du réseau trophique de la plaine inondable. Ces différentes variables seront mesurées le long d'un gradient d'utilisation des terres dans trois des quatre secteurs d'échantillonnage prioritaires ciblés par le Pôle (Baie-du-Febvre, Pierreville, Saint-Barthélemy). Ces mesures seront faites dans les parcelles à grandes échelles ainsi que dans les milieux non agricoles.

Les analyses en laboratoires seront faites à l'UQTR, ainsi qu'à l'UQAC (acides gras et croissance journalière des larves de poissons).

Mesures des variables-pivots :

En 2020, un effort important sera déployé pour mesurer la biomasse submergée et la hauteur de la végétation (variables pivots). Je coordonnerai l'équipe terrain au printemps, et ce, dans les grandes parcelles, les petites parcelles, les bandes pérennes, ainsi que dans les milieux naturels témoins. Ces mêmes variables seront également mesurées à l'automne dans les traitements agricoles par les équipes de l'axe agriculture et dans les milieux naturels par mon équipe.

Les parcelles à échantillonner ont été identifiées (selon des points GPS) et des poteaux-guides ont été installés à l'automne 2019. Deux étudiantes de Caroline Halde participeront à cet effort d'échantillonnage. Ces mesures de la biomasse submergée seront appariées spatialement avec

les mesures de la biomasse de la végétation prises en automne par des chercheurs de l'axe agronomie. Les fonds obtenus du MELCC serviront à appuyer cet effort. La biomasse sèche de plantes submergées sera pesée à l'UQTR. L'indice « Phyto-Secchi » sera développé afin de mesurer la différence entre la hauteur d'eau à un site et la hauteur de la végétation. L'approche consiste à immerger un disque d'un poids connu. Celui-ci est intercepté par la végétation présente sous l'eau et la différence entre les deux mesures (hauteur d'eau et hauteur du disque) nous donne une mesure simple et rapide de la hauteur de la végétation présente. Cet indice « Phyto-Secchi » sera complémentaire aux mesures de biomasses sèches.

| Liste des variables mesurées |
|---|
| Densité du zooplancton par classe de taille (8 tamis) |
| Contenu en énergie du zooplancton |
| Contenu en énergie des larves de poissons (perchaude, brochet) |
| Ratios isotopiques (C et N) des larves de poissons |
| Ratios isotopiques (C et N) du zooplancton |
| Taux de croissance journalière des larves de poissons (otolithes) |
| Indices de conditions morphométriques des larves de poissons |
| Profils d'acides gras des poissons |
| Profils d'acides gras du zooplancton |
| Abondance des larves de poissons (à l'aide d'un <i>push net</i>) |
| Variables pivots |
| Biomasse de plantes submergées |
| Hauteur des plantes submergées |

Livrables :

Les livrables correspondent étroitement à la liste de variables mesurées. L'information sur le zooplancton comprendra : la densité et la distribution en taille du zooplancton, de même que son contenu en énergie et son profil d'acides gras, qui indiqueront sa qualité alimentaire comme proies des alevins présents sur la plaine d'inondation. Les ratios isotopiques (C et N) indiqueront si le méthane est une source importante de carbone pour la chaîne alimentaire de la plaine d'inondation. Nous livrerons de l'information sur la condition physiologique et la croissance des alevins (p. ex. : indice morphométrique, contenu en énergie, croissance journalière basée sur la lecture des otolithes). L'abondance des larves de perchaude sera également mesurée à l'aide d'un *push net*.

Les valeurs de biomasse sèche et de la hauteur de la végétation, estimées par le « Phyto-Secchi », seront mesurées sur les grandes parcelles, les bandes pérennes, ainsi que sur les essais à petite échelle.

RÉPONSES DES POPULATIONS DE POISSONS AUX ACTIVITÉS AGRICOLES, MILIEUX NATURELS ET PROJETS DE RESTAURATION DANS LA PLAINE D'INONDATION DU LAC SAINT-PIERRE

MARCO RODRIGUEZ (UQTR)

Thème :

Biodiversité faunique

Principaux collaborateurs :

Équipe du MFFP et Gilbert Cabana (UQTR)

Contexte :

La majorité des quelque 80 espèces de poissons résidentes du lac Saint-Pierre (LSP) fréquentent sa plaine d'inondation. Parmi elles, la moitié s'en sert au printemps pour la reproduction, pour la croissance des jeunes de l'année et comme lieu d'alimentation. Les activités qui ont lieu dans le littoral en période d'inondation ont donc une incidence majeure sur les populations d'un grand nombre d'espèces.

Objectifs :

Ce projet vise à quantifier les réponses des poissons aux activités agricoles, ainsi qu'aux milieux naturels de la zone littorale du LSP. Plus spécifiquement, l'abondance relative de toutes les espèces de poissons et le potentiel de reproduction de la perchaude et du grand brochet seront étudiés dans les dispositifs de grandes parcelles agricoles, ainsi que dans les milieux naturels de la zone littorale.

Méthodologie :

Les réponses des poissons seront analysées en fonction de l'occupation du sol et de différents indicateurs de la qualité de l'habitat (p. ex. : profondeur, turbidité, teneur en oxygène, température, vitesse de courant et élévation), incluant les interactions potentielles entre ces composantes.

Les variables suivantes seront mesurées dans trois des quatre secteurs à l'étude (Baie-du-Febvre, Pierreville, Saint-Barthélemy) :

| Liste des variables mesurées |
|---|
| Abondance des espèces de poissons (un échantillon par parcelle) |
| Densité d'œufs de poissons (nombre d'échantillons à déterminer) |
| Caractérisation du couvert |
| Concentration en oxygène dissous et température de l'eau |
| Variation des variables |
| Recouvrement de la végétation submergée |

Livrables :

Cette approche permettra de quantifier les réponses des poissons aux activités agricoles et aux milieux naturels, incluant les effets contextuels générés par les interactions entre ces activités et les caractéristiques locales de l'habitat dans trois secteurs d'échantillonnage prioritaires ciblés

par le Pôle. Spécifiquement, les modèles réalisés permettront d'établir des liens quantitatifs entre un ensemble d'indicateurs associés aux réponses des poissons et un autre ensemble d'indicateurs associés à la qualité de l'habitat. Les résultats permettront ultimement d'identifier les pratiques de gestion les mieux adaptées aux poissons dans le contexte particulier de la zone littorale du LSP.

BALAYAGE À LARGE SPECTRE DES PESTICIDES DANS L'EAU ET LES SÉDIMENTS DE LA ZONE LITTORALE DU LAC SAINT-PIERRESHIV PRASHER (U. MCGILL)

Thème :

Qualité des sols et écotoxicologie

Principaux collaborateurs :

Jessica Head (U. McGill), Andrea Bertolo (UQTR) et Gilbert Cabana (UQTR)

Contexte :

Plusieurs projets de recherche de cette programmation requièrent des analyses des pesticides présents dans l'eau, dans les sols et dans l'eau conditionnée par le contact avec les sols de la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre (LSP).

Objectifs :

Ce projet vise à réaliser des analyses à large spectre de pesticides afin de déterminer lesquels sont présents dans l'eau et dans le sol de la zone littorale du LSP ainsi qu'à évaluer la persistance et la mobilité de pesticides ciblés dans le sol.

Méthodologie :

Pour les deux prochaines années, nous prévoyons réaliser les travaux suivants :

- 1) Analyse des résidus de pesticides des échantillons de sol qui ont été prélevés immédiatement après la saison de croissance en 2019 dans dix sites incluant des champs du projet à grande échelle et en milieu naturel;
- 2) Mesures directes des pesticides dans l'eau et dans les sédiments au printemps et à l'automne 2020;
- 3) Mesure de la persistance et de la mobilité de certains insecticides de la famille des néonicotinoïdes (le thiaméthoxame et le clothianidine) et de l'herbicide le glyphosate et de son métabolite l'AMPA dans le sol de sites agricoles du projet en grandes parcelles ainsi que des milieux naturels. Les échantillons seront prélevés cinq fois durant la saison de croissance suivant les dates d'application du glyphosate. Quant à l'échantillonnage des sols pour les insecticides néonicotinoïdes, il aura lieu peu de temps après l'ensemencement. Les résidus de pesticides seront analysés dans nos laboratoires, conformément aux méthodes publiées d'analyse et de détection.

| Liste des variables mesurées | |
|--|--|
| Analyse des pesticides sur les échantillons de sol et d'eau | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Échantillonnage d'eau et de sédiments de printemps et d'automne sur les mêmes sites qu'en 2019. - Analyse de 74 pesticides, incluant des néonicotinoïdes, au laboratoire du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ). |
| Persistance et mobilité de pesticides dans le sol sous différentes pratiques agricoles | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Échantillonnage périodique du sol à cinq reprises au cours de la saison de croissance 2020 dans le dispositif établi en grandes parcelles. Ces échantillons seront à extraire et à analyser dans nos laboratoires pour les insecticides thiamethoxam, clothianidine, et l'herbicide glyphosate et son métabolite l'AMPA. |

Livrables :

Les données sur les pesticides de 2019 seront comparées à celles de 2020 ainsi qu'à celles rapportées par Isabelle Giroux dans un rapport publié en 2018². Cela permettra de tirer des conclusions concrètes sur les résidus de pesticides s'échappant dans l'eau du LSP à partir des terres agricoles.

² GIROUX, I. (2018) État de situation sur la présence de pesticides au lac Saint-Pierre, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'information sur les milieux aquatiques.

ÉVALUATION DE L'EFFET DES PESTICIDES SUR LES PREMIERS STADES DE VIE DES POISSONS EN RELATION AUX PRATIQUES AGRICOLES DANS LA ZONE LITTORALE DU LAC SAINT PIERRE

JESSICA HEAD (U. MCGILL)

Thème :

Écotoxicologie

Principaux collaborateurs :

Denis Roy (U. McGill), Andrea Bertolo (UQTR) et Gilbert Cabana (UQTR)

Contexte :

Les poissons sont de plus en plus utilisés comme bioindicateurs de la qualité de l'environnement et dans les tests de toxicité standardisés. Ils sont sensibles à de nombreux contaminants environnementaux, notamment les pesticides, en particulier aux stades précoces de vie (SPV). Nos travaux précédents sur le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), une espèce en voie de disparition dans la rivière Richelieu, nous indiquent que les pesticides tels que l'atrazine et le glyphosate, qui sont présents dans l'environnement, peuvent être associés à l'éclosion précoce et à la mortalité des SPV de cette espèce. Dans le projet décrit ci-dessous, nous nous demandons si les niveaux actuels des pesticides dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre (LSP) peuvent avoir des effets nocifs pour les SPV des poissons.

Objectifs :

Ce projet vise à évaluer les effets de la qualité de l'environnement sur les poissons SPV dans la plaine inondable du LSP. Nous ciblerons les effets des pesticides (herbicides et insecticides) présents dans l'eau et dans le sol de la plaine inondable sur une espèce modèle, le poisson-zèbre (*Danio rerio*), et sur une espèce indigène, la perchaude (*Perca flavescens*).

Les trois principaux objectifs sont les suivants :

- 1) Déterminer les effets de l'eau conditionnée par les sédiments de la plaine inondable du LSP sur le développement et la survie des SPV du poisson-zèbre.
- 2) Déterminer les effets de l'eau conditionnée par les sédiments de la plaine inondable du LSP sur l'expression globale des gènes transcriptomiques chez les SPV du poisson-zèbre.
- 3) Déterminer l'impact des pesticides présents dans les eaux de la zone littorale du LSP sur les SPV de la perchaude.

Méthodologie :

Pour atteindre le premier objectif, les embryons de poissons-zèbres seront exposés à une eau conditionnée par les sédiments recueillis pendant l'inondation de 2020 dans les champs du projet en grandes parcelles du Pôle. Les concentrations de pesticides dans l'eau et dans les sédiments de la plaine inondable ont déjà été dosées par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) pendant la première année du projet (voir le projet de l'équipe de Prasher). L'eau de conditionnement utilisée pour les analyses proviendra de sources propres et normalisées. Les embryons, les larves et les alevins du poisson-zèbre exposés à l'eau conditionnée seront évalués et suivis jusqu'à 120 heures postfertilisation. Les taux de mortalité, de malformation et le temps d'éclosion des larves seront évalués.

Au niveau du deuxième objectif, nous ciblerons un groupe de poissons-zèbres contrôle, ainsi que deux groupes soumis à des traitements de pesticides. Un sous-ensemble de 9 larves de chaque traitement sera préservé pour l'analyse de l'ARN (*RNASeq*), où n = 9 individus fois 3 traitements, donnant 27 échantillons). Les transcriptomiques sont une méthode qui permet de quantifier et de comparer l'activation et la régulation des gènes et des voies biochimiques dans différents groupes en réponse aux circonstances stressantes, par exemple, l'exposition aux produits toxiques ou à d'autres effets délétères pour l'organisme. Un nombre croissant d'études démontrent l'utilité de ces méthodes pour mieux représenter la santé générale des organismes et de l'écosystème, plus généralement.

Enfin, des expériences sur les SPV de larves de perchaudes en provenance du LSP sont prévues à partir de la deuxième année du projet. En effet, en 2020, nous prévoyons récolter des larves de perchaude de la plaine inondable du LSP et d'autres sites de référence (p. ex. : d'autres lacs dans la région). Cela sera possible grâce à une collaboration avec Andrea Bertolo (UQTR) et avec Philippe Brodeur (MFFP). Les protocoles expérimentaux plus détaillés s'appuieront sur les résultats des analyses chimiques, ainsi que sur les résultats préalables des deux objectifs précédents. Les transcriptomiques et les taux de malformations seront aussi évalués pour l'atteinte de cet objectif.

| Liste des variables mesurées |
|---|
| Étude en laboratoire (objectifs 1 et 2) : Exposition des poissons-zèbres à de l'eau conditionnée par les sédiments prélevés dans les champs agricoles en grandes parcelles. |
| <ul style="list-style-type: none"> - Concentration en pesticides dans l'eau conditionnée - Éclosion, survie, mouvement de l'embryon (<i>tail coil</i>) - Expression génique globale (transcriptomique) |
| Étude sur les larves de la plaine inondable (objectif 3) : Prélèvements des larves de perchaudes du LSP et des sites de référence. |
| <ul style="list-style-type: none"> - Lieu d'échantillonnage et concentrations de pesticides dans l'eau - Taux de malformations - Expression génique globale (transcriptomique) |

Livrables :

Les travaux proposés nous permettront de relier les concentrations en pesticides dans les sédiments de la plaine inondable à des mesures de toxicité chez les SPV des poissons, en particulier la perchaude. En outre, les profils d'expression génique indiqueront les effets sub-létaux associés aux SPV des poissons exposés à l'eau conditionnée à partir des sédiments de la plaine inondable du LSP. Par ailleurs, l'analyse détaillée des pesticides dans l'eau libre et dans les sédiments de la plaine inondable réalisée par l'équipe de Prasher fournira de l'information sur les sous-produits chimiques dans la colonne d'eau, qui sont biodisponibles et bioactifs pour les poissons. De plus, nous tenterons d'identifier les principales voies biochimiques qui sont perturbées chez les poissons exposés à différents traitements. Nous souhaitons produire deux publications scientifiques à partir de ces travaux, une sur le poisson-zèbre (objectifs 1 et 2) et l'autre sur la perchaude (objectif 3). Le travail appuiera la formation d'un étudiant à la maîtrise.

EFFETS DE PRATIQUES AGRICOLES SUR LES BANQUES D'ŒUFS D'INVERTÉBRÉS ET DES GRAINES DE PLANTES AQUATIQUES : UNE APPROCHE EXPÉRIMENTALE POUR QUANTIFIER LA RÉSILIENCE DES COMMUNAUTÉS DE LA ZONE LITTORALE DU LAC SAINT-PIERRE

ANDREA BERTOLO (UQTR)

Thème :

Écotoxicologie

Principaux collaborateurs :

Gilbert Cabana (UQTR), Jessica Head (U. McGill), Denis Roy (U. McGill), Vincent Maire (UQTR) et François Guillemettes (UQTR)

Contexte :

La recherche propose d'évaluer la résilience potentielle des communautés d'invertébrés et de plantes aquatiques dans la plaine d'inondation en fonction du gradient d'utilisation des terres. L'approche expérimentale vise à mesurer la biodiversité et le taux d'éclosion/germination des communautés de différents taxons d'invertébrés benthiques et de plantes aquatiques qui se trouvent dans les sols après le retrait des eaux. Une série d'expériences dans le laboratoire « humide » de l'UQTR permettront d'évaluer le potentiel d'éclosion à partir d'échantillons de sols prélevés sur le terrain. Des analyses sur l'ADN environnemental spécifiques aux organismes zooplanctoniques appuieront ces approches expérimentales tout en ajoutant une composante temporelle à l'analyse, car elles seront réalisées sur des carottes de sol et non seulement à la surface.

Objectifs :

Les objectifs du projet sont : 1) Établir la phénologie d'émergence des différents taxons de zooplancton et de plantes vasculaires aquatiques en fonction des différents traitements expérimentaux, en utilisant le matériel récolté à l'automne 2019; 2) Établir la structure, ainsi que la diversité fonctionnelle de la communauté zooplanctonique potentielle pour chacun des traitements; 3) Effectuer une analyse paléoécologique de la diversité taxonomique du zooplancton dans chacun des sites échantillonnés; 4) Effectuer une nouvelle campagne d'échantillonnage à l'automne 2020 pour répéter les expériences sur la phénologie avec un nouveau protocole d'échantillonnage.

Méthodologie :

Pour chacun de nos objectifs, nous utiliserons quatre approches. 1) Le suivi journalier des éclosions à partir des œufs de dureté (les œufs fécondés pourvus d'une coquille épaisse leur permettant de retarder l'éclosion jusqu'à l'apparition de conditions environnementales favorables) par incubation des sols en milieu contrôlé. La durée de l'expérience est de 21 jours; 2) L'analyse taxonomique, qui sera la plus longue, car elle nécessitera tout d'abord une phase d'apprentissage suivie d'analyses d'un grand nombre d'échantillons au microscope binoculaire. Pour les analyses statistiques, des approches univariées (p. ex. : modèles linéaires mixtes généralisés pour analyser l'abondance et la diversité taxonomique au cours du temps), ainsi que multivariées (p. ex. : analyse des redondances pour la structure des communautés) seront utilisées; 3) Cette partie sera réalisée à l'aide de l'ADN environnemental mesuré à différentes profondeurs à partir des carottes de sol prélevées à l'automne 2019. Dans le cadre de ce projet, nous analyserons seulement la partie relative aux sondes pour le zooplancton. Les détails

méthodologiques sont donnés dans le projet présenté par V. Maire, Vers un indice de biodiversité fonctionnelle des plaines inondables par ADN environnemental pour évaluer l'impact de l'usage des terres dans un contexte de zone inondable. Les résultats des analyses d'ADN environnemental seront mis en relation avec les résultats des expériences d'éclosion; 4) Des modifications au protocole d'échantillonnage seront apportées pour la campagne qui sera effectuée à l'automne 2020, afin de prendre en compte la réalité du terrain. Dans son ensemble, ce projet utilise le dispositif expérimental dit « à grande échelle ». Des analyses préliminaires d'images des satellites de la série Sentinelle (voir le projet d'Alexandre Roy) ont en fait permis de délimiter, à l'intérieur des champs retenus pour ce projet, les zones qui avaient pu être semées en 2019 de celles qui, compte tenu de l'inondation prolongée, avaient été laissées à nu. Afin de prendre en compte cette hétérogénéité, nous récolterons des échantillons de sol de surface aussi bien en amont qu'en aval du point échantillonné au printemps par les équipes de l'axe environnement et faune en nous basant sur l'utilisation réelle du sol. Au total, 87 échantillons seront prélevés dans les différents traitements d'utilisation des terres répartis sur les quatre secteurs à l'étude. Nous prélèverons trois échantillons (un au centre, un en amont, et un en aval des stations échantillonnées par les équipes qui sont sur le terrain au printemps).

| Liste des variables mesurées |
|--|
| Phénologie du zooplancton issu des banques d'œufs |
| Abondance relative des différents taxons de zooplancton issus des banques d'œufs |
| Diversité fonctionnelle des communautés zooplanctoniques issues des banques d'œufs |
| Diversité taxonomique du zooplancton dans les différentes couches de sol (eADN) |
| Nombre de plantules par taxon (et l'espèce si possible) |

Livrables :

Un article scientifique concernant l'expérience d'éclosion (indicateurs de résilience) et un article scientifique sur l'évolution temporelle des communautés de zooplancton basée sur les données d'eADN.

INFLUENCE DE L'INONDATION ET DE L'UTILISATION DES TERRES SUR LA SÉQUESTRATION DU CARBONE DU SOL

VINCENT MAIRE (UQTR)

Thème :

Cycle du carbone

Principaux collaborateurs :

François Guillemette (UQTR), Gilbert Cabana (UQTR) et Jim Félix-Faure (UQTR)

Contexte :

À l'échelle globale, les zones inondables sont parmi les terres possédant la plus grande capacité de séquestration de carbone et, notamment, de CO₂ atmosphérique (Tan et al., 2015), un gaz contribuant fortement au réchauffement climatique. Cependant, les zones inondables, avec leurs conditions de faible oxygénation, sont aussi un habitat produisant du méthane (CH₄), un gaz à effet de serre dont le potentiel de réchauffement climatique est 25 fois plus puissant que celui du CO₂. Pour des zones inondables naturelles en milieu tempéré, le bilan radiatif, calculé entre le CO₂ séquestré et le CH₄ émis, est généralement largement en faveur d'un puits radiatif (Mitsch et al., 2012). De ce fait, les zones inondables en milieu naturel sont des écosystèmes sensibles qui, en stockant du carbone atmosphérique, limitent le réchauffement climatique de la planète.

Objectifs :

Les objectifs de ce projet sont de :

- 1) Quantifier la capacité de la zone inondable à séquestrer du carbone au sein du sol, selon l'usage des terres;
- 2) Quantifier la capacité de la zone inondable à émettre du carbone atmosphérique et définir sous quelle forme sera émis ce carbone.

Les variables qui seront mesurées seront :

| Liste des variables mesurées |
|--|
| Continuité des mesures de CO ₂ -CH ₄ durant l'année du dispositif dit « à grande échelle » en condition non inondée |
| Analyses de l'environnement édaphique (pH, granulométrie, etc.) |
| Analyses biogéochimiques des carottes de sol échantillonnées à l'automne 2019 (gradient vertical, matière organique du sol, analyse carbone et azote et isotopie du carbone, azote, césium et plomb) |

Livrables :

Dans le contexte de la zone d'inondation de récurrence 0-2 ans du lac Saint-Pierre, réserve de biosphère de l'UNESCO, le projet répondra à la question suivante : Quel est l'effet de l'utilisation des terres et de l'inondation sur la séquestration du carbone dans le sol et la production de gaz à effet de serre vers l'atmosphère?

En s'intéressant à la production de méthane dans les sols, ce projet informera et sera complémentaire à celui du professeur François Guillemette, qui s'intéresse à l'utilisation du méthane pour la productivité primaire et à son rôle comme source d'énergie pour le réseau trophique. Il mènera également à la formation d'étudiants de premier cycle et à la publication d'un article scientifique.

RÉPONSE FONCTIONNELLE DE LA BIODIVERSITÉ ANIMALE SUR UN GRADIENT D'UTILISATION DES TERRES

RAPHAËL PROULX (UQTR) ET VALÉRIE FOURNIER (ULAAVAL)

Thème :

Biodiversité faunique

Principaux collaborateurs :

Benoit Jobin (Environnement Canada)

Contexte :

Les oiseaux et les insectes sont des organismes clés pour le fonctionnement des plaines inondables. Une analyse récente des données eBird archivées depuis 1980 sur les berges du lac Saint-Pierre (LSP) montrent le déclin de certaines espèces (p. ex. : Canard Pilet, Butor d'Amérique, Sturnelle des prés, Bécassine de Wilson) et l'augmentation d'autres espèces (p. ex. : Pygargue à tête blanche, Corneille d'Amérique, Bruant chanteur³). Par ailleurs, le recensement de 10 champs agricoles autour du LSP a mis en évidence que la richesse en espèces d'insectes chanteurs est peu affectée par le type de régie (conventionnelle par rapport à biologique), alors que plusieurs espèces se réfugient dans les bandes marginales herbacées⁴. Enfin, deux études réalisées au Québec suggèrent que la contamination des sources d'eau par les pesticides est un vecteur d'intoxication important pour les insectes pollinisateurs⁵ et que la proximité de champs de maïs dont les semences sont enrobées d'insecticides néonicotinoïdes affecte négativement la santé des abeilles tout au long de la saison⁶.

Objectifs :

- 1) Analyser l'historique des données de l'*Atlas des oiseaux migrateurs du Québec* et eBird pour la plaine inondable du LSP;
- 2) Décrire les réponses fonctionnelles de la richesse en espèces d'oiseaux nicheurs, d'insectes pollinisateurs et d'insectes chanteurs, ainsi que de la probabilité d'observer des espèces rares, le long d'un gradient d'utilisation du sol dans quatre secteurs prioritaires au LSP.

Méthodologie :

L'inventaire des espèces sera réalisé dans les quatre secteurs prioritaires de la plaine inondable du LSP. Pour chaque secteur, l'identification des espèces d'oiseaux et d'insectes (chanteurs et pollinisateurs) sera réalisée dans toutes les grandes parcelles agricoles et dans les milieux naturels identifiés par les chercheurs du Pôle. Dans chaque grande parcelle agricole ou milieu naturel, des enregistrements audionumériques (microphone Zoom H2n) de 24 heures seront réalisés; on prévoit deux sorties pour les oiseaux (fin juin) et deux sorties pour les insectes chanteurs (fin août). Aux mêmes sites, six bols de couleur remplis d'une eau savonneuse sans odeur seront disposés sur des tuteurs pour une période de 48 heures. Ces bols serviront à

³ Watson, Martin, Proulx et al., en préparation.

⁴ Roca, I. T. et Proulx, R. (2016). "Acoustic Assessment of Species Richness and Assembly Rules in Ensiferan Communities from Temperate Ecosystems", *Ecology*, 97 (1): 116-123.

⁵ Samson-Robert, O., G. Labrie, M. Chagnon, and V. Fournier (2014). "Neonicotinoid-contaminated Puddles of Water Represent a Risk of Intoxication for Honey Bees", *PLoS One*, 9 (12): e108443.

⁶ Tsvetkov, N., O. Samson-Robert, K. Sood, H.S. Patel, D.A. Malena, P.H. Gajiwala, et al. (Fournier incl.) (2017). "Chronic Exposure to Neonicotinoids Reduces Honey Bee Health Near Corn Crops", *Science*, 356 (6345): 1395-1397.

échantillonner les insectes pollinisateurs; un minimum de six sorties sont prévues pour les insectes pollinisateurs.

L'identification acoustique des oiseaux et insectes chanteurs se fera en laboratoire à l'aide de guides audio et d'une analyse des spectrogrammes. Les enregistreurs seront placés sur un trépied, au centre de chaque site d'échantillonnage, lors d'une journée acoustiquement parfaite : vent faible, ciel clair, température de $\approx 20-25$ °C pour les insectes chanteurs et de $\approx 10-15$ °C pour les oiseaux. L'identification des pollinisateurs sera faite à l'aide de clés taxonomiques éprouvées. Une attention particulière sera portée aux espèces rares ou d'intérêt faunique. Enfin, nous évaluerons, pour les trois groupes taxonomiques, les variations de la richesse en espèces et de la probabilité d'observer certaines espèces indicatrices le long du gradient d'utilisation du sol.

Enfin, il est prévu de réaliser un inventaire acoustique des insectes chanteurs dans les petites parcelles de certains projets de l'axe agriculture. Des essais préalables devront être réalisés afin de nous assurer que les enregistreurs captent uniquement les sons en provenance de la parcelle échantillonnée et que les enregistrements ne sont pas contaminés par les sons des parcelles adjacentes. L'échantillonnage des oiseaux et insectes pollinisateurs est impossible sur de si petites superficies.

| Liste des variables mesurées |
|---|
| Structure et composition en espèces d'oiseaux nicheurs |
| Structure et composition en espèces d'insectes pollinisateurs |
| Structure et composition en espèces d'insectes chanteurs |
| Structure et composition des espèces de canards et d'oies |
| Variables pivots |
| Recouvrement de la végétation |
| Hauteur de la végétation |

Livrables :

- Inventaires des espèces d'oiseaux et d'insectes pollinisateurs et chanteurs recensées dans les grandes parcelles et dans les milieux naturels;
- Réponse fonctionnelle de la richesse en espèces d'oiseaux, d'insectes pollinisateurs et chanteurs le long du gradient d'utilisation du sol;
- Utilisation spécifique des essais en petites parcelles par les insectes chanteurs.

INDICE DE BIODIVERSITÉ FONCTIONNELLE DES PLAINES INONDABLES PAR ADN ENVIRONNEMENTAL POUR ÉVALUER L'IMPACT DE L'USAGE DES TERRES DANS UN CONTEXTE DE ZONE INONDABLE

VINCENT MAIRE (UQTR)

Thème :

ADN environnemental

Principaux collaborateurs :

François Guillemette (UQTR), Gilbert Cabana (UQTR) et Andrea Bertolo (UQTR)

Contexte :

L'ADN environnemental (eADN) est un ADN extrait de n'importe quel type d'échantillon environnemental (sol, eau, air, etc.), sans isolement d'un organisme particulier (Taberlet et al., 2018). Combiné aux outils génétiques modernes, l'eADN offre un moyen non invasif d'identifier les espèces et les communautés associées à l'environnement à partir duquel l'ADN a été extrait. Récemment, l'eADN est devenu un outil fiable pour la conservation et la biologie des invasions (Goldberg et al., 2015).

Dans le contexte agricole des zones inondables du lac Saint-Pierre (LSP), nous suggérons que l'eADN des sols est l'outil idéal pour déterminer l'impact de l'usage des terres sur la biodiversité des micro-organismes qui régulent les flux de carbone et de nutriments; des invertébrés qui initient la chaîne trophique aquatique; et des poissons, pour la conservation d'espèces emblématiques telles que la perchande. Les sols, par leur structure et par leur texture, offrent un habitat dans lequel les organismes terrestres et aquatiques peuvent résister durant les périodes peu favorables à la survie. Ils jouent probablement un rôle majeur pour réensemencer les eaux durant l'inondation et initier le réseau trophique aquatique au printemps qui nourrira *in fine* les poissons du lac (Farly et al., 2019).

Objectifs :

Cette étude s'intègre à un projet de doctorat. En utilisant la technique de l'eADN, nous proposons :

- 1) D'étudier comment le gradient d'utilisation du territoire dans les grandes parcelles modifie la biodiversité du sol et de la végétation (micro-organismes et invertébrés). Nous suggérons que, suivant les pratiques agricoles, certains taxa ou espèces seront ajoutés, supprimés ou, encore, que leur abondance sera modifiée, ce qui apportera une signature à l'utilisation des terres.
- 2) D'étudier comment cette biodiversité est reliée à trois fonctions spécifiques importantes d'une plaine inondable : l'émission de dioxyde de carbone (CO₂) et de méthane (CH₄), la productivité primaire et la transmission de cette production dans la chaîne trophique aquatique, de même que la conservation d'espèces piscivores d'intérêt. Nous suggérons que la présence et l'abondance de certains taxa ou espèces (qui peuvent être les mêmes ou différents de ceux qui répondent aux pratiques) sont reliés à ces fonctions écosystémiques.

Méthodologie :

L'eADN des sols sera analysé sur un gradient d'utilisation des terres dans la plaine d'inondation constitué des quatre secteurs prioritaires. Chaque secteur comprend six traitements d'utilisation des terres agricoles (grandes parcelles du projet d'Anne Vanasse) et deux témoins (milieu forestier et prairie humide). Les sites utilisés pour les traitements ont été choisis en tenant compte des projets des autres chercheurs du Pôle. Nous envisageons donc un total de 32 sites d'échantillonnage sur le dispositif à grande échelle.

Sur chaque site, nous prélèverons trois carottes de sol à la même altitude dans la zone de récurrence 0-2 ans en début de projet (en 2019, dans le contexte du projet de Vincent Maire sur le cycle du carbone) et en fin de projet (en 2021), pour évaluer l'impact des pratiques améliorées mises en place en 2019. Ces carottes seront d'environ 60 cm de profondeur de 5 cm de diamètre. Elles devront inclure la zone oxydante et réductrice du sol. Les trois carottes et les zones oxydantes et réductrices du sol seront rassemblées et tamisées avec une maille de 6 cm dans un échantillon composite, pour tenir compte de l'hétérogénéité du milieu et de la spécificité des zones humides. Les zones réductrices, oxydantes, et leur interface sont importantes pour les producteurs et pour les consommateurs de méthane, de même que pour les producteurs de protoxyde d'azote, deux gaz à effet de serre important. Dans un contexte de zone humide, il est donc important de caractériser leur biodiversité. Dans un contexte agricole, cette biodiversité peut être modulée par l'utilisation d'intrants bloqueurs d'uréases, auxquels on a recours en même temps que la fertilisation par l'urée; on peut ainsi augmenter de manière conséquente l'émission de méthane (car l'uréase est une enzyme essentielle des bactéries méthanotrophes, qui captent le méthane). Cet échantillon composite sera congelé à -80 °C en attendant l'analyse eADN.

Les extractions d'ADN seront réalisées et subiront une amplification par PCR. Pour ce faire, nous utiliserons un *set* d'amorce à large spectre (16S, 18S, COI). L'approche eADN multigène a été évaluée efficace pour caractériser la biodiversité de plusieurs taxa (bactéries, archées, invertébrés, plantes, poissons) dans le même échantillon (Drummond et al., 2015). C'est pourquoi elle sera utilisée dans le cadre de ce projet. Le *package* R PrimerMiner sera utilisé pour évaluer simultanément la spécificité des amorces de métabarcodage et pour évaluer l'impact des biais d'amorces sur l'efficacité de l'amplification, en prenant en compte la proximité, la position et le type de mp entre les amorces et les *templates* (Elbrecht et Leese, 2016). Les produits PCR indexés seront envoyés à Génome Québec et les codes-barres traités par bioinformatique pour obtenir les OTUs associées à chaque site et en calculer l'abondance. Les *packages* R associés à la détermination des espèces et des groupes fonctionnels seront utilisés pour chaque groupe (comme PICRUSt et Tax4Fun pour les bactéries, FUNGuild pour les champignons). Pour calculer la biodiversité, les indices de Hill (exponentielle de Shannon, inverse de Simpson) seront utilisés pour la diversité totale et la diversité à l'intérieur de chaque groupe fonctionnel.

On connaît deux limites importantes à l'eADN : la détection possible d'un faux positif (l'espèce cible est absente, mais son ADN est récupéré) et celle de faux négatifs (les espèces ne sont pas détectées par eADN, mais observées et réellement présentes). Concernant la première limite, toutes les précautions de stérilité seront prises sur le terrain, incluant un forage où chaque tube de récupération de sol sera unique, et au laboratoire, particulièrement au moment de la création de l'échantillon composite. En ce qui concerne les faux négatifs, nous comparerons la présence et l'abondance de l'eADN à celles obtenues par observation directe des invertébrés et poissons dans les projets déjà financés du Pôle.

Les fonctions écosystémiques concernent les flux de CO₂ et de CH₄, les biomasses d'invertébrés aquatiques benthiques et pélagiques, ainsi que la présence des espèces de poissons. Ces fonctions seront estimées par les autres projets du Pôle, incluant ceux de François Guillemette, Vincent Maire, Gilbert Cabana, Andrea Bertolo et de Marco Rodriguez.

La réponse de la biodiversité et son effet sur le fonctionnement de l'écosystème seront analysés grâce à la technique des analyses de pistes. Les pistes de réponse et d'effet significatives seront utilisées pour créer un indice de biodiversité fonctionnelle.

| Liste des variables mesurées |
|--|
| Structure et composition en espèces de champignons |
| Structure et composition en espèces de bactéries |
| Structure et composition en espèces d'invertébrés |
| Structure et composition des espèces d'algues |
| Structure et composition des espèces de poissons |
| Variables pivots |
| Recouvrement de la végétation |
| Hauteur de la végétation |

Livrables :

Dans le contexte de la zone d'inondation de récurrence 0-2 ans du LSP, réserve mondiale de biosphère de l'UNESCO, ce projet développera un indice de biodiversité fonctionnelle qui caractérisera la réponse des communautés vivantes aux pratiques d'usage des terres et qui reliera la réponse de ces communautés aux fonctions et/ou services écosystémiques. Nous visons le déploiement de cet indice comme outil rapide, non invasif et fonctionnel pour déterminer les futurs usages des terres du LSP.

Le projet mènera également à la formation de deux étudiantes aux cycles supérieurs et à la publication de trois articles scientifiques.

En s'intéressant à l'impact de l'usage des terres sur la biodiversité en zone inondable, ce projet sera complémentaire à ceux des professeurs François Guillemette, Gilbert Cabana, Marco Rodriguez et Andrea Bertolo et à un premier projet de Vincent Maire sur les flux de CH₄ et de CO₂.

3.3 LES PROJETS DE L'AXE SOCIOÉCONOMIE

Les projets de cet axe visent à mieux comprendre les défis et impacts sociaux et économiques de l'implantation des cultures et pratiques agricoles testées par le Pôle à différentes échelles sociales. Pour ce faire, ils s'arrêtent,

(1) À l'échelle du producteur et des entreprises agricoles, aux coûts d'implantation des cultures et pratiques testées par le Pôle, à l'impact de leur implantation sur la situation financière des entreprises, aux défis sociotechniques de leur implantation et à leur taux d'adoption potentiel par les producteurs;

(2) À l'échelle du littoral et de ses acteurs, aux coûts et bénéfices monétaires, privés et collectifs de scénarios de changement d'occupation des sols à l'échelle de la zone littorale, aux défis et leviers des conseillers agricoles pour stimuler des changements chez les producteurs, de même qu'aux enjeux sociopolitiques de la gestion collective du littoral;

(3) À l'échelle des politiques et programmes environnementaux, à la valeur des biens et services écologiques liés au littoral du lac Saint-Pierre et au design des programmes incitatifs gouvernementaux qui visent à stimuler des changements de pratiques agricoles.

Tableau 12. Liste des projets de recherche de l'axe socioéconomie

| Chercheur principal | Titre du projet |
|------------------------------------|---|
| Lota D. Tamini U. Laval | Analyse de l'impact économique, technique et environnemental des pratiques de gestion bénéfiques au lac Saint-Pierre |
| Julie Ruiz UQTR | Agriculteurs et conseillers face aux changements des pratiques agricoles, quels potentiels au lac Saint-Pierre? |
| Patrick Mundler U. Laval | Coûts-bénéfices de différents scénarios d'occupation des sols |
| Maurice Doyon U. Laval | Impact du design des politiques et de la structure de l'information présentée sur l'acceptabilité de nouvelles pratiques agronomiques par les agriculteurs de la zone littorale du lac Saint-Pierre |
| Nathalie Lewis UQAR | Enjeux différenciés selon les acteurs autour de la gestion intégrée d'un écosystème, le lac Saint-Pierre : une réconciliation en vue? |

ANALYSE DE L'IMPACT ÉCONOMIQUE, TECHNIQUE ET ENVIRONNEMENTAL DES PRATIQUES DE GESTION BÉNÉFIQUES AU LAC SAINT-PIERRE

LOTA D. TAMINI (U. LAVAL)

Thème :

Économie de la production et évaluation de biens environnementaux

Principaux collaborateurs :

Maurice Doyon

Contexte :

L'adoption de pratiques de gestion bénéfique (PGB) a des coûts et bénéfices pour les entreprises agricoles. Il est important d'analyser l'effet de leur adoption sur la situation financière et économique des entreprises agricoles. Par ailleurs, nous formulons l'hypothèse selon laquelle les populations au Québec accordent une valeur aux biens et services écologiques du lac Saint-Pierre (LSP). Cette valeur pourrait éventuellement être comparée aux impacts mesurés de l'adoption de PGB sur les entreprises agricoles ou encore au coût des politiques agroenvironnementales publiques, selon une analyse coûts-bénéfices.

Objectifs :

- Objectif 1 : Analyser les effets de l'adoption de pratiques agroenvironnementales sur la situation financière et économique des producteurs;
- Objectif 2 : Évaluer la valeur des biens et services écologiques du LSP.

Méthodologie :

- Pour l'objectif 1, des données économiques seront collectées afin de calibrer les budgets-types de production qui tiennent compte des PGB proposées. Une analyse avec et sans PGB de la situation des entreprises sera faite, en utilisant une approche de budgétisation partielle qui analysera les postes de coûts et de revenus qui changent. La conception de scénarios fera l'objet d'analyses technicoéconomiques sur la base des travaux de l'axe agriculture. Ils porteront donc sur (1) les systèmes culturaux à grande échelle, (2) les travaux du sol, (3) les cultures de couverture, (4) les plantes fourragères, (5) les cultures alternatives, (6) la lutte intégrée et (7) les bandes de végétation. Le détail des différents scénarios figure dans les projets des chercheurs de l'axe agronomie.
- Pour l'objectif 2, une enquête sera réalisée auprès de la population pour une évaluation des bénéfices des biens et services écologiques du LSP et des facteurs qui affectent leur valeur.

Livrables (prévus en 2020) :

- Résultats des simulations des effets économiques et financiers de l'adoption de PGB sur les entreprises agricoles.
- Des utilitaires Excel seront également disponibles afin d'analyser d'autres scénarios qui pourraient être proposés par l'équipe de l'axe agronomie.

- Une première évaluation des bénéfices des biens et services écologiques du LSP : le traitement des données de l'enquête aura commencé et permettra d'avoir une première idée des bénéfices des biens et services écologiques du LSP.

AGRICULTEURS ET CONSEILLERS FACE AUX CHANGEMENTS DES PRATIQUES AGRICOLES, QUEL POTENTIEL AU LAC SAINT-PIERRE?

JULIE RUIZ (UQTR)

Thème :

Les changements de pratiques agricoles dans le littoral du lac Saint-Pierre, analyse des défis sociotechniques

Principaux collaborateurs :

Nathalie Lewis (UQAR), Aurélie Dumont (UQTR), Caroline Bérubé (UQAM) et Antoine Bédard (UdeM)

Contexte :

Pour un agriculteur, changer ses pratiques agricoles pour répondre aux enjeux environnementaux du littoral du lac Saint-Pierre (LSP) est un enjeu de taille. Selon les théories des changements de comportement, cela implique d'avoir conscience du problème et de croire aux solutions proposées (comme l'efficacité environnementale), d'avoir la capacité individuelle de changer (avoir confiance en soi, savoir gérer la prise de risque) et aussi la capacité d'implanter de nouvelles pratiques (en ayant accès à la connaissance, à la machinerie, à la capacité financière). Pour être accompagnés dans ces changements de pratiques agricoles, les producteurs ont accès à diverses ressources, comme à des programmes d'aide financière, mais aussi à des conseils. Ces conseils peuvent provenir des voisins, des conseillers agricoles, de ressources disponibles en ligne, etc. Ils jouent un rôle important dans les changements de pratiques agricoles des producteurs.

Objectifs :

En s'intéressant aux pratiques agricoles durables qui seront proposées par le Pôle dans l'axe agriculture, ce projet vise à comprendre et à anticiper leurs potentiels d'adoption par les producteurs par une compréhension des défis sociotechniques de leur mise en place sur les entreprises. Pour cela, il se déploie autour d'un premier volet, (A), qui s'intéresse aux producteurs agricoles, et d'un second volet, (B), qui met l'accent sur les conseillers agricoles qui entourent les producteurs du LSP (agronomes et autres professionnels).

Les questions de recherche suivantes guident le volet A (sur les producteurs) :

- Comment les producteurs vivent-ils et s'adaptent-ils aux inondations dans un contexte de changements climatiques?
- Quels facilitateurs ou quelles barrières anticipent-ils pour implanter les pratiques agricoles proposées par l'axe agriculture sur leur entreprise?
- Quel est le potentiel d'adoption de ces pratiques? À quels facteurs ce potentiel est-il lié et pour qui?

Les questions de recherche suivantes guident le volet B (sur les conseillers) :

- Quelles sont les pratiques actuelles des conseillers pour soutenir des pratiques agricoles durables chez les agriculteurs dans le contexte du LSP?
- Quels sont les facteurs qui influencent ces pratiques et comment interagissent-ils aux dires des conseillers?
- Qu'est-ce qui, dans l'avenir, pourrait aider les conseillers agricoles à stimuler des changements de pratiques agricoles dans le littoral?

Méthodologie du volet A

- Réalisation d'un atelier avec les producteurs de la région de la Mauricie, en collaboration avec l'Union des producteurs agricoles (UPA). Cet atelier permettra de poursuivre l'exploration des défis sociotechniques à l'adoption des pratiques proposées par l'axe agriculture du Pôle;
- Finalisation de la revue de littérature sur l'adoption des pratiques de gestion bénéfiques par les producteurs et sur la prédiction de leur adoption;
- Finalisation du guide d'entretiens semi-dirigés avec les producteurs et dépôt au comité éthique de la recherche de l'UQTR;
- Début du recrutement des participants et des entretiens.

Méthodologie du volet B

- Finalisation de la revue de littérature sur les conseillers agricoles et l'environnement;
- Réalisation d'un atelier avec les conseillers agricoles de la région de la Mauricie, en collaboration avec l'UPA. Cet atelier permettra de poursuivre l'exploration des défis sociotechniques à l'adoption des pratiques proposées par l'axe agriculture du Pôle;
- Dépôt des outils d'enquête au comité éthique de la recherche de l'UQTR;
- Début du recrutement des participants et des entretiens.

Toutes les pratiques, cultures et aménagements agroenvironnementaux proposées par l'axe agriculture seront documentés dans notre recherche.

Livrables :

En 2020, les livrables suivants seront disponibles :

- Revue de littérature sur l'exploration des enjeux de la gestion collective de l'écosystème du LSP : enjeux sociopolitiques d'acteurs;
- Revue de littérature internationale sur les conseillers agricoles et l'environnement;
- Rapport des résultats des trois ateliers exploratoires avec les agriculteurs et les conseillers agricoles du littoral du LSP.

COÛTS-BÉNÉFICES DE DIFFÉRENTS SCÉNARIOS D'OCCUPATION DES SOLS

PATRICK MUNDLER (U. LAVAL)

Thème :

Analyse économique de différents scénarios d'occupation des sols de la zone littorale

Principal collaborateur :

Noé Guiraud (U. Laval)

Contexte :

Cultiver la zone inondable 0-2 ans reste un défi chaque année pour les agriculteurs, qui doivent attendre le retrait de l'eau pour effectuer diverses opérations. Mais les agriculteurs ne sont pas les seuls acteurs impliqués. Par exemple, les municipalités ont des dépenses d'entretien des fossés, la Financière agricole du Québec (FADQ) complète, certaines années, le manque à gagner pour les agriculteurs, etc. Dans ce contexte, notre projet vise à appréhender, à l'échelle de toute la zone inondable 0-2 ans, quels seraient les coûts et bénéfices globaux de divers scénarios d'occupation des sols du point de vue économique. Les scénarios qui seront étudiés seront directement issus des travaux des autres axes de recherche du Pôle pour alimenter ses trois objectifs : développer des pratiques agricoles adaptées au contexte du lac Saint-Pierre (LSP), évaluer la performance et les impacts de ces pratiques, proposer un mode de gestion durable.

Objectifs :

Notre objectif est d'évaluer les coûts et bénéfices, privés et publics, de différents scénarios d'occupation des sols dans la zone 0-2 ans du littoral du LSP.

Méthodologie :

Nous produirons d'abord un scénario initial qui correspondra à la situation actuelle, sur la base des cultures en place. Compte tenu des différences d'assolement que nous avons constatées entre les années 2018 et 2019, nous allons devoir proposer un scénario moyen, qui reflète au mieux les pratiques des agriculteurs du territoire. Ce scénario sera établi en nous appuyant sur les connaissances de divers partenaires du Pôle.

Pour ce scénario (ainsi que pour tous les autres, qui viendront ensuite), les bénéfices seront mesurés en tenant compte des rendements moyens connus des différents types de production agricole présents sur le territoire. Les coûts comprendront les dépenses des agriculteurs (dépenses liées à l'exploitation des parcelles concernées), les coûts mutualisés (comme les dépenses de la FADQ) et les coûts supportés par d'autres parties prenantes (comme les coûts d'entretien des fossés et cours d'eau). D'autres dépenses pourront, le cas échéant, être intégrées sur la base de l'information que pourront fournir les experts et les autres chercheurs du Pôle.

Ensuite, différents scénarios d'occupation des sols seront établis, en fonction des propositions des autres axes du Pôle. Pour élaborer ces scénarios, nous prendrons en compte diverses hypothèses issues des travaux des autres axes, ainsi que les connaissances des autres parties prenantes.

Enfin, ces scénarios seront présentés et discutés avec les parties prenantes pour recueillir avis et propositions (p. ex. : bénéfices anticipés, freins et facilitateurs à leur mise en œuvre).

Pour ce faire, nous avons prévu trois étapes :

- 1) Collecter les données nécessaires à l'établissement des scénarios : définition précise du périmètre étudié; rendements moyens des cultures; prix de vente des produits; coûts d'exploitation; dépenses moyennes liées aux programmes de la FADQ; dépenses d'entretien des cours d'eau; valeur des terres; etc. Cette récolte s'appuiera à la fois sur la documentation pertinente et sur des entretiens avec certains partenaires.
- 2) Établir le scénario initial, c'est-à-dire la mesure des coûts et bénéfices économiques de la situation actuelle. Ce scénario sera confronté aux connaissances des différentes équipes du Pôle, ainsi qu'à celles de certains des partenaires, afin de l'ajuster au mieux. Nous poursuivrons en choisissant plusieurs scénarios sur la base des connaissances produites par les autres axes du Pôle et des attentes de certains partenaires.
- 3) Discuter des scénarios avec les autres axes du Pôle et avec les partenaires lors de rencontres de groupes de discussion régionaux.

Il est encore trop tôt pour dire quels seront les projets agronomiques qui seront inclus dans les scénarios. Nous nous appuierons sur les essais que les chercheurs de l'axe agriculture ont pu réaliser (à petite ou à grande échelle) et sur les hypothèses qu'ils posent quant à leur intérêt agronomique et environnemental.

Compte tenu de la récurrence des inondations sur la zone 0-2 ans (deux crues centennales en 2017 et 2019), nous allons voir comment, le cas échéant, élargir nos scénarios à la zone 0-20 ans, afin de mieux tenir compte de cette récurrence des inondations. Chaque scénario serait alors mesuré pour la zone 0-2 ans et pour la zone 0-20 ans.

Livrables :

En 2020, nous prévoyons de :

- Faire toute la collecte de données, ainsi que la revue de littérature sur des situations comparables, pour voir ce qu'il serait pertinent de réaliser comme scénario;
- Réaliser le scénario initial après avoir rencontré quelques partenaires et collègues du Pôle;
- Réaliser les autres scénarios.

Nous serons en mesure de livrer les scénarios à la fin de l'année 2020 pour pouvoir organiser des ateliers de restitution et de discussion avec les partenaires dans les quatre régions dès les premiers mois de 2021. Chaque scénario sera présenté, cartographié, chiffré sur le plan économique. De plus, ses conséquences sociales et environnementales seront commentées.

IMPACT DU DESIGN DES POLITIQUES ET DE LA STRUCTURE DE L'INFORMATION PRÉSENTÉE SUR L'ACCEPTABILITÉ DE NOUVELLES PRATIQUES AGRONOMIQUES PAR LES AGRICULTEURS DE LA ZONE LITTORALE DU LAC SAINT-PIERRE

MAURICE DOYON (U. LAVAL)

Thème :

L'acceptabilité de la mise en œuvre de nouvelles pratiques par les agriculteurs

Principaux collaborateurs :

Stéphane Bergeron (U. Laval), Lota D. Tamini (U. Laval) et Laure Saulais (U. Laval)

Contexte :

Si de nombreux programmes incitatifs gouvernementaux ont cherché à stimuler l'adoption de pratiques de gestion bénéfiques chez les agriculteurs, force est de constater que l'échec de ces programmes est souvent élevé. Pour tenter d'améliorer le design de ces programmes, ce projet de recherche propose de mobiliser une approche d'économie comportementale.

Objectifs :

Les travaux de ce projet conduiront à énoncer des instructions en lien avec le design des politiques et sur la manière de structurer l'information agronomique, environnementale et économique pour maximiser l'adoption des mesures ayant des incidences positives sur la qualité de l'écosystème du lac Saint-Pierre (LSP) par les producteurs agricoles concernés.

Méthodologie :

Pour ce faire, l'économie expérimentale sera appliquée. Elle pourra expliquer l'interrelation qui existe entre le design des politiques, le design de l'information et l'adoption ou l'acceptabilité des pratiques de gestion bénéfiques (PGB). Plus spécifiquement, les différents résultats agronomiques et environnementaux sur, notamment, le design des politiques agroenvironnementales, seront compilés et réarrangés en scénarios. La caractéristique essentielle et désirée de ces scénarios, qui seront testés auprès des producteurs, est qu'ils devront modifier le comportement des agriculteurs de manière prévisible, sans toutefois modifier significativement leurs incitations économiques et sans forcer ni restreindre leurs choix. Ces scénarios seront soumis aux chercheurs des autres axes pour vérifications. Ensuite, des prétests permettront les ajustements finaux avant l'utilisation des scénarios auprès des producteurs agricoles concernés.

Le projet débutera en 2020. Dans un premier temps, l'équipe va se familiariser avec les enjeux des producteurs de la Mauricie en participant à un atelier dans le cadre de la collaboration entre Julie Ruiz et l'Union des producteurs agricoles (UPA). Cet atelier a pour objectif de poursuivre l'exploration des défis sociotechniques à l'adoption des pratiques proposées par l'axe agriculture du Pôle. Dans un deuxième temps, l'équipe va se familiariser avec les propositions de pratiques agricoles des chercheurs de l'axe agriculture en relation avec les objectifs du Pôle, ainsi que les exigences potentielles pour les agriculteurs. Dans un troisième temps, à la lumière de l'information recueillie, l'équipe va se pencher sur l'approche méthodologique.

Livrables :

Le projet instruira les instances décisionnelles sur le design des politiques et sur la manière de structurer l'information agronomique, environnementale et économique afin de maximiser l'adoption de mesures ayant des incidences positives sur la qualité de l'écosystème du LSP par les agriculteurs concernés. Il permettra également d'identifier des variables clefs associées à l'acceptabilité des PGB par les agriculteurs.

ENJEUX DIFFÉRENCIÉS SELON LES ACTEURS AUTOUR DE LA GESTION INTÉGRÉE D'UN ÉCOSYSTÈME, LE LAC SAINT-PIERRE : UNE RÉCONCILIATION EN VUE?

NATHALIE LEWIS (UQAR)

Thème :

Gouvernance, gestion intégrée d'un écosystème (littoral du lac Saint-Pierre)

Principaux collaborateurs :

Collaborateurs éventuels à venir.

Contexte :

Les limites des écosystèmes comme celui du lac Saint-Pierre (LSP) ne sont pas déterminées administrativement : elles correspondent à des zones biophysiques. À cet égard, l'écosystème du LSP, à cheval sur quatre régions administratives, est représentatif des défis que pose la gestion de l'environnement. La concertation des acteurs est le maître-mot quand il est question de réhabilitation, mais, cela étant dit, rares sont les dialogues entre les acteurs-clés des écosystèmes, car cette échelle ne correspond ni aux découpages administratifs et politiques ni aux découpages sectoriels. Pourtant, face à l'urgence, l'action devrait être concertée. Si des plans de gestion peuvent exister, ils ne sont pas appliqués ou le sont à dose homéopathique. Les rares études socioéconomiques portant sur le LSP ont montré la difficile concertation des acteurs, malgré l'actuelle table dédiée à cet enjeu⁷. L'immobilisme dans l'avancement réel de mesures efficaces l'illustre, par ailleurs.

Au-delà d'une non-compréhension, ce sont des intérêts externes (sectoriels) qui freinent la mise en place de mesures fortes. Une liste sommaire des acteurs du territoire montre l'ampleur du défi : dans chaque groupe d'acteurs (territoriaux, agricoles, environnementaux ou pour la nature, organisations paragouvernementales et gouvernementales) se trouvent des sous-groupes aux intérêts souvent différents, pour ne pas dire antagonistes. En fait, les travaux sur la gouvernance autour des enjeux agricoles et environnementaux montrent bien la difficulté à faire se rencontrer les intérêts des acteurs. Certes, l'objectif d'améliorer la qualité de l'eau est difficile à rejeter, mais chaque groupe d'acteurs peut y associer sa compréhension particulière. Les travaux conduits en France à ce sujet montrent bien que, malgré un impératif réglementaire européen (directive-cadre sur l'eau), les acteurs territoriaux ne peuvent parvenir à agir⁸⁹.

Objectifs :

Initié par le projet mené par Julie Ruiz intitulé, Agriculteurs et conseillers face aux changements des pratiques agricoles, quels potentiels au lac Saint-Pierre?, cette recherche propose de poursuivre l'analyse sociopolitique engagée en 2019, qui a consisté en une première analyse de contenu des documents produits sur le LSP et sur ses enjeux de gestion. Pour ce faire, nous allons explorer les représentations des acteurs du littoral afin de construire un projet de recherche structuré sur les enjeux de gouvernance du littoral. L'analyse portera sur les

⁷ Lévesque, Ann (2018). Les enjeux de gestion agriculture-faune au lac Saint-Pierre : application de la méthode Q à l'analyse des opinions des acteurs, mémoire de maîtrise, Université du Québec en Outaouais, 71 p.

⁸ Busca, D. et N. Lewis (2015). « The Territorialization of Environmental Governance. Governing the Environment Based on Just Inequalities? », *Environmental Sociology*, 1 (1): 18-26.

⁹ Busca, D. (2010). *L'action publique agri-environnementale. La mise en œuvre négociée des dispositifs*, Paris, L'Harmattan, 332 p.

représentations des différents groupes d'acteurs 1) autour des enjeux-clés du LSP et 2) autour des stratégies de réhabilitation proposées. Un tel projet de recherche pourrait être financé ultérieurement tout en apportant dès à présent des pistes pour une réflexion structurante pour les recherches de l'axe socioéconomie du Pôle.

Les représentations sociales influencent fortement nos actions¹⁰ et nous renseignent sur nos rapports à la réalité matérielle (géophysique). Ce ne sont pas des connaissances, mais des balises construites encadrant l'action collective. L'éclairage de ces représentations sociales peut permettre de trouver des voies partagées pour débloquer l'action collective sur le terrain. Il s'agit de faire un premier repérage des grands accords et désaccords qui bloquent l'avancement de solutions face à la gouvernance du LSP. Pour le Pôle, ce projet contribuera à aider à prendre la mesure collective des défis liés à la gouvernance de l'écosystème.

Méthodologie :

Sur le plan méthodologique, ce projet repose sur des entretiens semi-directifs (de 8 à 12) auprès de différents acteurs afin de comprendre les multiples représentations autour des enjeux majeurs affectant le territoire visé. L'intérêt sera de dégager un premier portrait des points de convergence et des nœuds entourant la gestion de cet écosystème.

Livrables :

- 2020 – Exploration des représentations des différents groupes d'acteurs autour des enjeux liés à la gestion intégrée de lac Saint-Pierre;
- 2021 – Rapport final.

¹⁰ Jodelet, D. (2016). « La représentation : notion transversale, outil de la transdisciplinarité », *Cadernos de Pesquisa*, 46 (162) : 287-300.
http://classiques.ugac.ca/contemporains/jodelet_denise/representation_notion_transversale/representation_notion_transversale.pdf. [Consulté le 30 janvier 2018.]

Les chercheurs du Pôle tiennent à remercier chaleureusement l'ensemble des partenaires et les producteurs agricoles qui partagent régulièrement avec eux leur connaissance du littoral du lac Saint-Pierre et qui contribuent ainsi au développement de la recherche scientifique.

Soumis aux aléas climatiques, certains éléments de la programmation de recherche pourraient être ajustés au cours de l'année.

POUR EN SAVOIR PLUS

Consultez le site Web au
www.polelsp.ca

POUR NOUS JOINDRE

Écrivez à l'adresse
liaison.polelsp@uqtr.ca