

Recherche de subadultes du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*)

Rapport, 2015



Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction générale de la faune en région du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Elle a été produite par la Direction des communications du MELCCFP.

Pour citer ce document :

VACHON, N., et S. GARCEAU. 2024. *Recherche de subadultes du chevalier cuirvé (Moxostoma hubbsi) en 2015.* Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, Secteur des opérations régionales, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. Rapport technique 16-59, iv + 41 p.

Renseignements

Téléphone : 418 521-3830

1 800 561-1616 (sans frais)

Formulaire : www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/reenseignements.asp

Internet : www.environnement.gouv.qc.ca

Photo de couverture : Nathalie Vachon, MELCCFP

Dépôt légal – 2024

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

ISBN 978-2-555-00187-9 (PDF)

Équipe de réalisation

Plusieurs personnes ont participé à la réalisation de ces activités de recherche de subadultes du chevalier cuirvé :

Chargé de projet et coordination : Steve Garceau¹

Analyse et rédaction : Nathalie Vachon¹

Travaux de terrain à la seine de rivage

Sylvain Desloges¹

Huguette Massé¹

Étienne Drouin¹

Steve Garceau¹

Marie-Hélène Fraser¹

Marc-Antoine Couillard²

Travaux de terrain au chalut

Sylvain Desloges¹

Huguette Massé¹

Étienne Drouin¹

Steve Garceau¹

Marc-Antoine Couillard²

Nathalie Tessier¹

Travail de laboratoire, saisie et validation de données

Huguette Massé¹

Sylvain Desloges¹

Nathalie Vachon¹

Identification des mulettes

Marie-Hélène Fraser, biologiste¹

Cartographie

Étienne Drouin, biologiste¹

Analyses génétiques

Nathalie Tessier¹

Lucie Veilleux¹

Révision du rapport

Chantal Côté³

Carolane Riopel-Leduc⁴

Approbation

Jean-François Ouellet¹

1. MELCCFP, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval.

2. MELCCFP, Direction générale de la gestion de la faune et des habitats.

3. MELCCFP, Direction de la gestion de la faune de Lanaudière et des Laurentides.

4. MELCCFP, Direction de la gestion de la faune de l'Outaouais.

Résumé

Le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), un poisson unique au monde et présent exclusivement au Québec, est menacé. Depuis 2004, des activités de reproduction assistée de l'espèce ont eu cours presque chaque année pour soutenir cette population qui fait face à une diminution et à un vieillissement du stock reproducteur. Parallèlement, des travaux de suivi de la population sont réalisés presque annuellement par divers moyens : suivis des jeunes de l'année à la seine, recherche de subadultes au moyen de divers engins de pêche, caractérisations génétiques des mentions de toutes tailles et en provenance de tous les types d'échantillonnages du Ministère, y compris les géniteurs capturés annuellement en juin. En 2015, la reproduction assistée n'a pu être réalisée.

Dans le but d'améliorer les connaissances sur le chevalier cuivré, notamment des subadultes (LT < 500 mm), le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) a mené, en 2015, des inventaires au chalut et à la seine dans le fleuve Saint-Laurent et ses tributaires. Plus précisément, les travaux visaient à : 1) poursuivre l'expérimentation de capture de subadultes à l'aide d'un nouveau modèle de chalut dans les secteurs non couverts habituellement par la seine de rivage (profondeurs de 2 m et plus) dans la rivière Richelieu ainsi que dans certains secteurs du fleuve Saint-Laurent et de ses tributaires 2) confirmer la reproduction naturelle du chevalier cuivré dans la rivière Richelieu, 3) prélever du tissu chez les chevaliers cuivrés pour permettre des analyses génétiques et déterminer éventuellement si les individus sont issus de la reproduction assistée ou naturelle.

Pour ce faire, des pêches à la seine de rivage ont été effectuées dans la rivière Richelieu en septembre et octobre, principalement dans le secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu. Des travaux d'échantillonnage dans les habitats plus profonds (2 à 5 m) ont été réalisés à l'aide d'un chalut (129 traits) de type Mini-Missouri (aka Herzog Armadillo) dans les rivières Richelieu, Yamaska, Saint-François ainsi que dans différents secteurs du fleuve Saint-Laurent et au lac des Deux Montagnes de juin à septembre 2015. En tout, 160 chevaliers (toutes tailles et toutes espèces confondues) ont été capturés au cours de l'ensemble des travaux d'échantillonnage à la seine de rivage en 2015 (29 stations).

Ces travaux ont permis de confirmer que le chevalier cuivré s'est reproduit naturellement dans la rivière Richelieu en 2015 puisqu'un jeune de l'année y a été capturé à la seine. Au chalut, 67 chevaliers (appartenant à au moins 4 espèces) ont été capturés dans les 111 traits valides de chalut. Des chevaliers ont été capturés au chalut dans tous les plans d'eau, sauf au lac des Deux Montagnes. Cet engin a permis la capture d'un chevalier cuivré d'âge 1+ (LT approximative de 105 mm) le 13 août dans le secteur amont de Saint-Marc-sur-Richelieu, ce qui permet de confirmer la survie d'un représentant de la cohorte de 2014. La distribution temporelle de l'effort variable entre les secteurs ainsi que le nombre relativement faible de captures limitent toutefois les comparaisons spatiales. La plupart des captures de chevaliers au chalut sont des spécimens dont la taille (LT) est ≤ 150 mm, dont des jeunes de l'année, d'âge 1+ et 2+. Parmi les jeunes de l'année, plusieurs étaient au stade larvaire avancé ou de très jeunes juvéniles. La capture de très jeunes stades de chevaliers dans les habitats plus profonds était inattendue et contribue à l'acquisition de connaissance sur ce groupe d'espèces. Les efforts exploratoires réalisés au chalut ont permis de

confirmer que des activités de fraye de chevaliers ont cours dans les rivières Saint-François et Yamaska ainsi que dans le fleuve Saint-Laurent par la capture de très jeunes stades en juillet. Ces travaux ont permis de mieux cerner les limites des inventaires au chalut, notamment dans les secteurs de plus grande profondeur où les herbiers aquatiques peuvent être relativement denses, son efficacité est limitée. Des travaux supplémentaires sont requis pour trouver un engin de pêche qui serait plus efficace pour échantillonner ce type d'habitat et qui serait non délétère pour l'espèce, dans le but de permettre la capture de subadultes de chevaliers, tout en préservant l'intégrité de ces herbiers aquatiques. Pour ces raisons, l'échantillonnage des herbiers aquatiques pour détecter la présence de subadultes du chevalier cuivré demeure un défi.

Table des matières

Équipe de réalisation	i
Résumé	ii
Table des matières	iv
Liste des figures	iv
Liste des tableaux	v
Liste des annexes	v
.....	v
1. Introduction	1
2. Méthode.....	3
2.1 Territoire	3
2.2 Seine de rivage	3
2.3 Chalut	4
2.4 Caractérisation de l'habitat.....	4
2.5 Identification des chevaliers, analyses génétiques et travaux de laboratoire.....	4
2.6 Traitement des données et présentation des résultats	5
3. Résultats	6
3.1 Seine de rivage	6
3.2 Chalut	10
3.3 Analyses génétiques	18
4 Discussion	18
5 Conclusion.....	21
Remerciements.....	22
Annexes	23
Bibliographie	39

Liste des figures

Figure 1 : Distribution en âge des jeunes chevaliers de taille (LT) inférieure ou égale à 150 mm (toutes espèces confondues, n = 64) capturés au chalut en 2015 selon leur taille et la date d'échantillonnage.....	15
---	----

Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition de l'effort de pêche à la seine de rivage dans les secteurs de la rivière Richelieu en 2015.....	7
Tableau 2: Effectif et abondance relative (%), par classe de taille, des chevaliers capturés dans la rivière Richelieu à la seine de rivage (tous secteurs) le 23 septembre et les 22 et 23 octobre 2015 (29 stations).....	8
Tableau 3 : Répartition par secteur, par rive et par classe de taille, des chevaliers capturés à la seine de rivage dans la rivière Richelieu le 23 septembre et les 22 et 23 octobre 2015.....	9
Tableau 4: Croissance en taille (longueur totale) des jeunes chevaliers de l'année capturés à la seine de rivage le 23 septembre et les 22 et 23 octobre 2015 dans tous les secteurs de la rivière Richelieu.....	10
Tableau 5 : Répartition des efforts de pêche au chalut (nombre de traits de chalut) dans les plans d'eau échantillonnés de juin à septembre 2015.....	11
Tableau 6 : Séquence temporelle des captures des espèces de chevaliers par classe de taille et dans les secteurs couverts par le chalut en 2015.....	12
Tableau 7: Distribution spatiale et temporelle de l'effort de pêche au chalut (nombre de traits de chalut conservés seulement, n = 111) ainsi que des captures de chevaliers (n = 67) toutes espèces et toutes tailles confondues (entre parenthèses) dans les secteurs échantillonnés en 2015.....	14
Tableau 8 : Variabilité de la profondeur moyenne des 111 traits de chalut dans les plans d'eau en 2015.....	16
Tableau 9 : Variabilité de la profondeur moyenne des traits de chalut où des chevaliers (toutes espèces confondues) ont été capturés selon les classes de taille (LT) dans les secteurs visités en 2015.....	17

Liste des annexes

Annexe 1 : Localisation des stations de seine de rivage et de chalut échantillonnées en 2015 et identification des stations où des chevaliers (toutes espèces et toutes tailles confondues) ont été capturés dans les plans d'eau de la Montérégie.....	23
Annexe 2 : Liste des espèces de poisson et des mulettes trouvées à la seine de rivage le 23 septembre et les 22 et 23 octobre 2015 dans la rivière Richelieu. Le X indique la présence de l'espèce.	36
Annexe 3 : Liste des espèces de poisson trouvées au chalut de juin à septembre 2015 dans les plans d'eau échantillonnés. Le X indique la présence de l'espèce.	37
Annexe 4 : Liste des mulettes et autres invertébrés trouvés au chalut de juin à septembre 2015 dans les plans d'eau échantillonnés. Le X indique la présence de l'espèce.	38

1. Introduction

Le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) a été le premier vertébré à être désigné en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec* (Comité d'intervention, 1995; La Haye et Huot, 1995). En 1999, l'espèce s'est vu attribuer le statut le plus précaire avant la disparition, soit celui d'espèce menacée. Le Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada (CSEMDC, aujourd'hui le COSEPAC) avait aussi désigné le chevalier cuivré comme une espèce menacée au Canada (Mongeau et collab., 1988). Depuis 2004, un statut plus précaire (en voie de disparition) a été attribué au chevalier cuivré par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC, 2004) et l'espèce a été légalement désignée comme telle, depuis 2007, en vertu de la *Loi sur les espèces en péril du Canada* (LEP) et ce statut a été maintenu en 2014 (COSEPAC, 2014).

En raison de l'extrême rareté et précarité de l'espèce, la population est soutenue par des activités de reproduction assistée réalisées depuis 2004 par le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. Parallèlement, un suivi du recrutement des jeunes chevaliers de l'année est effectué dans la rivière Richelieu depuis 1997. Ce suivi de la population, tout comme les activités de reproduction assistée, a d'ailleurs été reconduit dans le quatrième plan de rétablissement provincial (Équipe de rétablissement du chevalier cuivré, 2012) et inscrit dans le premier programme de rétablissement en vertu de la LEP (MPO, 2012). Des actions reliées à l'acquisition de connaissances au sujet des habitats fréquentés par les juvéniles plus âgés (subadultes, $LT \leq 500$ mm) ont aussi été désignées comme prioritaires dans ces plans puisqu'il s'agit d'informations importantes pour assurer le succès du plan de reproduction assistée ainsi que le rétablissement de l'espèce. Des efforts de pêche ciblant plus particulièrement le segment subadulte du chevalier cuivré dans des milieux non couverts par la seine de rivage ont déjà été faits au moyen de divers engins dans la rivière Richelieu en 2010 et en 2011, mais n'ont pas permis de détecter de subadulte (Vachon 2018a, 2018b).

Même si les activités de reproduction assistée n'ont pu être réalisées en 2015, les travaux se sont poursuivis pour faire le suivi de la population, notamment celui du segment subadulte dans la rivière Richelieu ainsi que dans certains secteurs du fleuve Saint-Laurent et de ses tributaires. Ces travaux touchent deux des cinq objectifs libellés dans le programme de rétablissement du chevalier cuivré en vertu de la LEP (MPO, 2012) ainsi que dans le quatrième plan de rétablissement du chevalier cuivré provincial 2012-2017 (Équipe de rétablissement du chevalier cuivré du Québec, 2012). Ces documents sont préparés conjointement et visent plusieurs objectifs communs qui, ultimement, permettront l'autoperpétuation de la population à long terme.

Objectifs du plan de rétablissement

OBJECTIF 3 : Encourager les efforts de recherche sur la composante subadulte (100-500 mm) de la population afin de combler le manque de connaissance de cette étape du cycle de vie du chevalier cuivré.

OBJECTIF 5 : Faire un suivi régulier de l'état de la population.

L'objectif principal des travaux en 2015 est de réaliser la capture de chevaliers cuivrés, notamment de jeunes de l'année à l'aide de la seine de rivage et du chalut de type Mini-Missouri, dans une variété d'habitats de la rivière Richelieu, mais également, dans le cas du chalut, dans le fleuve Saint-Laurent et quelques autres tributaires situés dans la grande région de Montréal.

Objectifs spécifiques du projet en 2015

- 1) poursuivre l'expérimentation de capture de subadultes à l'aide d'un nouveau modèle de chalut dans les secteurs non couverts habituellement par la seine de rivage (profondeurs de 2 m et plus) dans la rivière Richelieu ainsi que dans certains secteurs du fleuve Saint-Laurent et de ses tributaires
- 2) confirmer la reproduction naturelle du chevalier cuivré dans la rivière Richelieu,
- 3) prélever du tissu chez les chevaliers cuivrés pour permettre des analyses génétiques et déterminer éventuellement si les individus sont issus de la reproduction assistée ou naturelle.

2. Méthode

2.1 Territoire

Les travaux sur le chevalier cuivré en 2015 couvrent non seulement la rivière Richelieu, mais aussi plusieurs secteurs du fleuve Saint-Laurent et d'autres tributaires dans la grande région de Montréal. Deux engins ont été utilisés, soit la seine de rivage (rivière Richelieu uniquement) ainsi que le chalut. Des efforts de chalutage ont été faits dans les rivières Richelieu, Saint-François et Yamaska, au lac des Deux Montagnes ainsi que dans le fleuve Saint-Laurent : archipels des îles de Boucherville, de Contrecoeur et de Sorel. Les cartes permettant de localiser les efforts d'échantillonnage sur le territoire sont présentées dans l'annexe 1.

2.2 Seine de rivage

La recherche de jeunes de l'année à la seine de rivage (objectif 1) a été réalisée le 23 septembre ainsi que les 22 et 23 octobre, uniquement dans la rivière Richelieu et surtout dans le secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu, un endroit couvert par le suivi standardisé. En 2015, plusieurs éléments méthodologiques (période, choix des stations, traitement des poissons sur le terrain) étaient différents par rapport aux méthodes décrites dans Vachon (2010). Le même engin a été utilisé, soit la seine de type montréalaise. Celle-ci a une hauteur de 4,0 m, une longueur de 12,5 m et la taille des mailles est de 3,0 mm. Cet engin est pourvu d'une poche centrale de 1,22 m (diamètre) × 1,52 m (longueur), d'une ralingue supérieure en polypropylène munie de flotteurs de surface, d'une ralingue inférieure montée d'une tresse lestée double et d'une corde de tête de 12,5 m de longueur.

Le choix des stations dans le secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu a été fait principalement parmi celles qui étaient connues pour être les plus productives en nombre de captures de jeunes chevaliers cuivrés 0+ dans les années antérieures. D'autres stations ont été visitées dans ce secteur, ainsi que d'autres endroits dans la rivière Richelieu, dont près de l'île Larue (secteur aval de Saint-Marc-sur-Richelieu) située à quelque 15 km en aval des îles de Jeannotte et aux Cerfs ainsi que quelques stations en aval du barrage de Saint-Ours (secteur aval de Saint-Ours). En outre, la plupart des efforts de pêche ont été faits plus tard dans la saison, soit vers la fin du mois d'octobre plutôt que vers la fin du mois de septembre.

Les poissons capturés ont été triés sommairement sur le terrain et identifiés à l'espèce puis remis à l'eau. Dans le cas des spécimens plus difficiles à identifier sur le terrain, contrairement aux méthodes habituelles, l'équipe a procédé à un sous-échantillonnage des poissons sur le terrain à la plupart des stations, avant de les fixer pour identification ultérieure au laboratoire. Des sous-échantillons de poissons de petite taille ont été conservés dans une solution de formol 10 % pour la conservation d'individus entiers, alors que d'autres ont été préservés dans l'éthanol 95 % pour permettre des analyses génétiques.

2.3 Chalut

En lien avec l'objectif 2 du projet, des travaux ont eu cours à l'aide d'un chalut de type Mini-Missouri (aka Herzog Armadillo) conçu plus précisément pour la capture de poissons de petite taille dotés de capacités natatoires limitées. Ce chalut, qui est remorqué derrière le bateau, est constitué de deux filets ; le filet externe est constitué de corde de polyester avec une maille de 4 mm, alors que le filet interne a une maille de 38 mm. Ce dernier permet de retenir les poissons de grande taille ainsi que les gros objets (roches, débris) afin d'éviter d'endommager les poissons de petites tailles qui se retrouvent au fond du filet externe. Le chalut a une longueur de 2,4 m et une ouverture de 3,0 m de largeur. Le filet a été modifié par l'ajout de matelas de protection afin de limiter l'usure de celui-ci résultant de la friction sur le fond du lit du cours d'eau. La longueur du trait, visée pour chacun des échantillonnages, était de 200 m, à des profondeurs qui variaient de 2 à 5 m, soit des habitats qui ne sont pas couverts par la seine de rivage. Cette distance est généralement parcourue en trois minutes à une vitesse constante inférieure à 2 nœuds.

Les échantillonnages au chalut ont été répartis durant la saison, soit le 23 juin, entre le 2 et le 16 juillet, entre le 10 et le 26 août ainsi que le 24 septembre. Dans la rivière Richelieu, sauf de rares exceptions, un trait de chalut a été donné au kilomètre de rivière. Quelques traits de chalut ont aussi été donnés dans le bassin de Chambly ainsi que dans le secteur de Saint-Jean-sur-Richelieu (en amont du barrage de Chambly). Un pas d'échantillonnage comparable, soit une station par kilomètre de rivière, a été réalisé dans la section navigable de la rivière Saint-François jusqu'à Pierreville, alors que, dans les autres secteurs, l'échantillonnage était davantage exploratoire. Le traitement des poissons sur le terrain a été similaire à celui qui était effectué à la seine, à l'exception qu'aucun sous-échantillonnage n'a été réalisé. Enfin, quelques mulettes, trouvées dans les engins ou amassées de façon opportuniste sur le terrain, ont été identifiées.

2.4 Caractérisation de l'habitat

L'habitat aux sites d'échantillonnage a été caractérisé à l'aide d'un sonar et d'une caméra pour connaître la profondeur et le type de substrat (protocole standardisé, Couillard et collab., 2011). Si la turbidité étant trop élevée pour permettre l'utilisation de la caméra, le substrat était caractérisé au moyen d'une benne ponar. La température de l'eau a été mesurée en surface (à environ 50 cm de profondeur) à chacune des stations de chalut. La végétation présente dans le chalut a été identifiée et remise à l'eau. Dans les cas où l'engin était resté accroché au fond avant de terminer la distance de 200 m, la caractérisation du substrat n'avait pas lieu.

2.5 Identification des chevaliers, analyses génétiques et travaux de laboratoire

Les jeunes chevaliers ont été identifiés à l'aide de la clé Vachon (2003). Des échantillons de tissus (nageoires) ont été prélevés chez certains jeunes chevaliers capturés en 2015 et remis à l'eau (âgés de plus d'un an) pour être conservés dans l'éthanol 95 % (objectif spécifique 3). Si la méthode de conservation le permettait (éthanol 95 %), des

prélèvements ont aussi été faits sur des chevaliers dont l'identification était incertaine, en raison de leur petite taille (qui implique une identification par la génétique) ou par la particularité de certains critères morphologiques ou méristiques, comme cela se fait depuis plusieurs années.

Les travaux pour caractériser génétiquement certains spécimens capturés ont été réalisés au laboratoire de génétique du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs à Longueuil. Après l'extraction de l'ADN, la région de l'ADN mitochondrial (16s) a été séquencée chez certains individus atypiques. Les produits d'amplification ont ensuite été envoyés au Centre d'innovation Génome Québec de l'Université McGill pour être purifiés et séquencés. Les séquences ont ensuite été comparées avec le site mondial GenBank. Les séquences n'étant pas disponibles pour toutes les espèces du genre *Moxostoma*, elles ont été alignées et comparées avec des séquences d'individus témoins, afin de s'assurer de l'identification jusqu'à l'espèce (Nathalie Tessier, biologiste MELCCFP, communication personnelle).

Les résultats présentés par rapport à l'identification des chevaliers sont les plus précis possible et incluent ceux des analyses génétiques lorsqu'il était possible de faire correspondre hors de tout doute les données reliant les échantillons dans les bases de données aux fiches de terrain et de laboratoire ou lorsqu'il était possible de confirmer l'identification par un examen des critères morphologiques ou méristiques.

2.6 Traitement des données et présentation des résultats

Les données concernant les chevaliers ont été analysées en regroupant les individus par classe de taille (longueur totale⁵). Les classes suivantes ont été retenues : ≤ 99 mm, 100-199 mm, 200-299 mm, 300-399 mm et 400-499 mm. Sauf de rares exceptions, les jeunes de l'année ont, en général, une longueur totale ≤ 99 mm lorsqu'ils sont capturés à l'automne (septembre ou octobre). Les efforts de chalutage ayant été répartis sur une plus grande période, soit de juin à septembre, il est important de considérer la date de capture pour déterminer l'âge des plus jeunes stades. En effet, un individu d'une taille donnée peut être un jeune de l'année ou d'âge 1+ selon la date où il a été capturé. Les résultats ont donc aussi été présentés par groupes d'âge chez les plus jeunes stades.

La rivière Richelieu a été subdivisée en six sous-secteurs pour présenter certains résultats et raffiner l'analyse. Ces secteurs sont le secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu, qui représente le territoire couvert par le suivi du recrutement systématique, incluant les îles de Jeannotte et aux Cerfs, l'aval du secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu, qui couvre la rivière Richelieu du secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu au barrage de Saint-Ours, l'amont du secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu (de la sortie du bassin au secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu), le bassin de Chambly, l'amont du barrage de Chambly et, enfin, le secteur de Saint-Ours, qui inclut toutes les stations en aval de barrage de Saint-Ours jusqu'à son embouchure au fleuve Saint-Laurent.

5. La longueur totale (LT) est la longueur totale maximale.

Aux fins d'analyse, des données concernant le chalutage, les stations où l'effort (longueur du trait) était inférieur à 100 m ont été exclues. D'autre part, les quatre stations où l'effort de pêche a été supérieur à 200 m ont été conservées. Il s'agit de trois stations qui se trouvent dans le fleuve Saint-Laurent (effort 400 à 600 m) et d'une qui est au lac des Deux Montagnes (effort de 300 m).

3. Résultats

3.1 Seine de rivage

3.1.1 Efforts

En tout, 29 stations ont été échantillonnées à la seine de rivage dans la rivière Richelieu en 2015 (tableau 1). Le secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu a été couvert par 23 stations, dont 10 aux îles de Jeannotte et aux Cerfs, 7 stations en rive droite et 6 en rive gauche de la rivière (annexe 1A). Le 23 octobre, deux coups de seine ont été donnés à l'île Larue (secteur aval de Saint-Marc-sur-Richelieu Nord) (annexe 1C) et quatre stations, situées en aval du barrage de Saint-Ours (secteur aval de Saint-Ours), ont été visitées (annexe 1G).

3.1.2 Chevaliers

En tout, 160 chevaliers (toutes tailles et toutes espèces confondues, sauf le chevalier de rivière) ont été capturés au cours de l'ensemble des efforts déployés à la seine de rivage dans la rivière Richelieu en 2015, dont 155 uniquement dans le secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu. Les individus de plus grande taille ($LT \geq 300$ mm) sont tous des chevaliers blancs ou rouges. Parmi les 127 jeunes chevaliers de l'année ($LT \leq 99$ mm), toutes espèces confondues, presque tous ($n = 123$) ont été capturés dans le secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu, endroit connu où les captures de jeunes chevaliers de l'année sont abondantes et qui a aussi fait l'objet d'un effort intensif en 2015. Dans le secteur aval de Saint-Marc-sur-Richelieu Nord (île Larue), un seul jeune chevalier rouge de l'année a été trouvé, alors que seulement 4 jeunes de l'année, dont 3 chevaliers rouges et un chevalier jaune, ont été capturés dans le secteur aval du bief de Saint-Ours.

Tableau 1 : Répartition de l'effort de pêche à la seine de rivage dans les secteurs de la rivière Richelieu en 2015

Date	Secteur	Rive	Nombre de stations
23 septembre	Saint-Marc	Gauche	6
22 octobre	Saint-Marc	Droite	7
		Îles	7
23 octobre	Saint-Marc	Îles	3
	Aval Saint-Marc Nord	Îles	2
	Aval Saint-Ours	Droite	3
		Îles	1
Nombre total de stations			29

Chez les jeunes de l'année ($LT \leq 99$ mm), près de la moitié sont des chevaliers jaunes (49,2 %) alors que les chevaliers rouges représentent 39,1 % des effectifs (tableau 2). En raison d'incertitudes reliées aux échantillons de génétique récoltés chez 3 individus qui représentaient un plus grand défi pour l'identification par des critères morphologiques externes (spécimens jugés atypiques qui n'étaient pas des chevaliers cuivrés ni de rivière), ceux-ci seront présentés comme chevaliers *sp.* dans le présent rapport.

Parmi les captures dans le secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu figure un jeune chevalier cuivré de l'année ($LT = 44$ mm) qui a été trouvé en rive gauche de la rivière le 23 septembre. Ce poisson est assurément d'origine naturelle étant donné que les activités de reproduction assistée n'ont pas été réalisées en 2015. Étant donné que ce spécimen a été préservé dans le formol, il ne sera pas possible de vérifier s'il provient de parents déjà connus au moyen des analyses génétiques d'assignations parentales.

Un autre individu, capturé à l'île de Jeannotte le 23 octobre et vraisemblablement d'âge 1+ ($LT = 167$ mm), a attiré l'attention sur le terrain et a été identifié comme étant un chevalier cuivré. Ce dernier a été remis à l'eau après avoir été muni d'une micropuce (985121001927804) et avoir subi un prélèvement de tissu aux fins d'analyses génétiques dans le but de confirmer son identification ainsi que de statuer sur sa provenance (reproduction naturelle ou artificielle).

Tableau 2: Effectif et abondance relative (%), par classe de taille, des chevaliers capturés dans la rivière Richelieu à la seine de rivage (tous secteurs) le 23 septembre et les 22 et 23 octobre 2015 (29 stations)

	Classe de LT (mm)	Effectif	Abondance relative (%) par classe de LT (mm)	TOTAL
Chevalier blanc		11	8,6%	
Chevalier cuivré		1	0,8%	
Chevalier rouge	≤ 99 ^a	50	39,1%	128
		3	2,3%	
Chevalier jaune		63	49,2%	
Chevalier blanc		6	31,6%	
Chevalier rouge	100-199	5	26,3%	19
Chevalier jaune		7	36,8%	
Chevalier jaune ou cuivré		1	5,3%	
Chevalier jaune	200-299	1	100,0%	1
Chevalier blanc		1	33,3%	
Chevalier rouge	300-399	2	66,7%	3
Chevalier blanc		8	88,9%	
Chevalier rouge	400-499	1	11,1%	9
TOTAL		160		

^a Classe de taille correspondant aux jeunes de l'année à cette période d'échantillonnage.

Le résultat de l'analyse génétique du tissu de ce spécimen indique que ce poisson est un chevalier jaune (*Moxostoma valenciennesi*). La photo de l'individu prise sur le terrain avant sa remise à l'eau ne permet pas de conclure hors de tout doute qu'il s'agissait d'un chevalier cuivré. Devant ces résultats contradictoires (entre l'identification sur le terrain et celle de la génétique), une nouvelle analyse génétique a été réalisée à partir d'un nouveau morceau de tissu pour refaire une extraction d'ADN. La région de l'ADN mitochondrial 16s a été amplifiée pour une deuxième fois. L'identification génétique de cet individu est demeurée la même (Nathalie Tessier, biologiste MELCCFP, communication personnelle). Ces résultats non concordants amènent une incertitude par rapport à l'identification de ce spécimen qui, dans le reste du rapport et dans la base de données, sera considéré comme un chevalier *sp.* Au plus, il est possible de déterminer avec certitude, d'après les informations dont nous disposons et par l'examen de la photo, qu'il s'agit d'un chevalier jaune ou cuivré. Ces résultats pourraient s'expliquer par une confusion ou par une erreur de manipulation ou d'identification de l'échantillon sur le terrain ou au laboratoire.

Bien que les données sur les jeunes de l'année capturés dans le secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu (abondance et croissance) ne puissent être comparées directement avec celles des années antérieures en raison de différences dans la stratégie, la période et l'effort d'échantillonnage, les résultats des travaux de 2015 permettent de dégager, à l'instar des autres années, que les captures par unité d'efforts (CPUE) de jeunes chevaliers de l'année sont de loin plus élevées en rive gauche de la rivière ($9,2 \pm 8,1$) et aux îles ($5,7 \pm 5,9$), comparativement à la rive droite ($1,6 \pm 1,6$). La rive gauche ainsi que le secteur des îles s'avèrent encore une fois des habitats plus productifs en nombre de captures de jeunes chevaliers de l'année. En outre, les subadultes de la classe de taille

100-199 mm, qui représentent des jeunes 1+ ou 2+ tout au plus, sont aussi plus nombreux en rive gauche ainsi qu'aux îles (tableau 3). Les données concernant la croissance en taille des jeunes chevaliers de l'année capturés en 2015 sont présentées dans le tableau 4.

Tableau 3 : Répartition par secteur, par rive et par classe de taille, des chevaliers capturés à la seine de rivage dans la rivière Richelieu le 23 septembre et les 22 et 23 octobre 2015

Secteurs	Rive	Nombre de stations	Espèces	Classe de LT (mm)	Effectif	TOTAL
Saint-Marc	Droite	7	Chevalier blanc		1	
			Chevalier rouge	≤ 99 ^a	3	11
			Chevalier jaune		7	
			Chevalier rouge	100-199	1	2
			Chevalier jaune		1	
			Chevalier blanc	300-399	1	1
			Chevalier blanc	400-499	3	4
					1	
					3	
					1	
	Gauche	6	Chevalier blanc		5	
			Chevalier cuivré		1	
			Chevalier rouge	≤ 99 ^a	18	55
			Chevalier <i>sp.</i>		3	
			Chevalier jaune		28	
			Chevalier blanc	100-199	6	10
			Chevalier rouge		4	
					2	
					2	
					5	
					5	
Îles	10	Chevalier blanc		5		
		Chevalier rouge	≤ 99 ^a	25	57	
		Chevalier jaune		27		
		Chevalier jaune	100-199	6	7	
		Chevalier jaune/chevalier cuivré		1		
		Chevalier jaune	200-299	1	1	
Aval Saint-Marc	Îles	2	Chevalier rouge	≤ 99 ^a	1	1
Saint-Ours	Droite	3	Chevalier rouge	≤ 99 ^a	3	4
			Chevalier jaune		1	
	Gauche	1	Aucune capture de chevalier		0	0
TOTAL		29			160	

^a Classe de taille correspondant aux jeunes de l'année à cette période d'échantillonnage.

Tableau 4: Croissance en taille (longueur totale) des jeunes chevaliers de l'année capturés à la seine de rivage le 23 septembre et les 22 et 23 octobre 2015 dans tous les secteurs de la rivière Richelieu

	Effectif	Longueur totale (mm)			Écart type
		Moyenne	Minimum	Maximum	
Chevalier blanc	11	71,8	66	77	3,6
Chevalier cuivré	1	44,0			
Chevalier rouge	50	74,0	57	99	9,7
Chevalier jaune	63	57,2	45	70	5,6
Chevalier sp.	3	47,2	44	49	2,8
TOTAL	128				

3.1.2 Autres espèces

En tout, 42 espèces appartenant à 13 familles ont été répertoriées dans le cadre des échantillonnages à la seine de rivage dans la rivière Richelieu en 2015. Les détails sont présentés dans l'annexe 2. Rappelons qu'en raison d'un sous-échantillonnage sur le terrain cette liste n'est peut-être pas exhaustive. La plus grande diversité a été observée dans le secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu, endroit où d'ailleurs un fouille-roche gris (*Percina copelandi*) et un dard de sable (*Ammocrypta pellucida*) ont été capturés. Un méné d'herbe (*Notropis bifrenatus*) a également été trouvé dans le secteur aval du bief de Saint-Ours.

Ces travaux ont permis aussi de détecter de nouveau la présence de la tanche (*Tinca tinca*), vraisemblablement toutes des jeunes de l'année, puisque leur taille (LT) variait entre 37 et 78 mm. Enfin, les travaux à la seine ont permis de documenter la présence de 3 espèces de mulettes dans le secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu, soit la lampsile rayée (*Lampsilis radiata*), la lampsile cordiforme (*Lampsilis cardium*) ainsi que la ligumie noire (*Ligumia recta*). Aucune capture de gobies à taches noires (*Neogobius melanostomus*) n'a été enregistrée à la seine de rivage en 2015.

3.2 Chalut

3.2.1 Efforts

Un effort considérable de 129 traits de chalut a été fait en 2015, dont 62 % dans la rivière Richelieu (annexe 1A à H). Les autres secteurs visités sont le lac des Deux Montagnes (annexe 1I), les rivières Saint-François (annexe 1J) et Yamaska (annexe 1K) ainsi que le fleuve Saint-Laurent : secteurs des archipels des îles de Sorel (annexe 1K), de Boucherville (annexe 1L) et de Contrecoeur (annexe 1M).

Au total, 18 des 129 traits de chalut ont été retirés en raison de l'efficacité ou de l'effort jugés insuffisants dus à un mauvais fonctionnement du chalut (blocage de l'engin au fond ou bris d'une composante), ce qui représente une proportion globale de 14 % (tableau 5). L'exclusion de ces stations représente une perte très négligeable d'information en lien avec les chevaliers puisque seulement deux individus ont été exclus, soit un jeune

chevalier rouge (LT = 25 mm), capturé le 14 juillet dans la rivière Yamaska dont l'identification a été confirmée par la génétique, et un jeune chevalier blanc de l'année (LT = 37 mm), capturé le 18 août dans le bassin de Chambly. Le tableau 5 dresse le bilan des stations rejetées (traits) dans les secteurs échantillonnés.

Tableau 5 : Répartition des efforts de pêche au chalut (nombre de traits de chalut) dans les plans d'eau échantillonnés de juin à septembre 2015

	Nombre de traits (station)	Nombre de traits conservés	Nombre de traits rejetés	% Rejet
Rivière Richelieu	80	67	13	16,3%
Fleuve Saint-Laurent^a	20	18	2	10,0%
Rivière Saint-François	16	14	2	12,5%
Rivière Yamaska	7	6	1	14,3%
Lac des Deux Montagnes	6	6	0	0,0%
	129	111	18	14,0%

^a Inclut une station au lac Saint-Pierre

3.2.2 Chevaliers

Des chevaliers (toutes espèces confondues) ont été capturés dans 25 % des traits de chalut exécutés dans le projet (28 traits / 111). Au moins quatre espèces de chevaliers ont été capturées au chalut. Les espèces les plus représentées sont les chevaliers rouges et les chevaliers blancs. Des chevaliers ont été capturés dans tous les grands plans d'eau visités, sauf au lac des Deux Montagnes. L'engin de pêche s'est avéré efficace pour la capture de jeunes stades de chevaliers (tableau 6). Plusieurs étaient au stade larvaire avancé ou très jeune juvénile (squamation incomplète, migration de la bouche inachevée). La capture d'aussi jeunes stades au chalut était inattendue puisque la gamme de profondeur visée dans les habitats échantillonnés était entre 2 et 5 m.

Tableau 6 : Séquence temporelle des captures des espèces de chevaliers par classe de taille et dans les secteurs couverts par le chalut en 2015

Espèces	Mois	Jour	Classe de LT (mm)	Rivière Richelieu							Nombre par classe de LT (mm)		
				Bassin de Chambly	Amont Saint-Marc	Saint-Marc	Aval Saint-Marc	Saint-Ours	Rivière Saint-François	Fleuve Saint-Laurent		Rivière Yamaska	
Chevaliers sp.	7	9	19-29 ^a						1			40	
Chevaliers sp.	7	14							1	11	1		
Chevalier rouge	7	15									1		
Chevaliers sp.	7	15									18		4
Chevalier rouge	7	16									1		
Chevaliers sp.	7	16								2			
Chevalier rouge	7	2	31-96 ^b					3				20	
Chevalier rouge	7	6						1					
Chevalier blanc	7	7						1					
Chevalier blanc	7	13								1			
Chevalier blanc	8	13			1	2							
Chevaliers sp.	8	13				1							
Chevaliers sp. (jaune ou cuivré)	8	17			1								
Chevalier blanc	9	24				6							
Chevalier rouge	9	24				1							
Chevalier jaune	9	24			2								
Chevalier rouge	7	2	100-199 ^c					1				4	
Chevalier blanc	7	13							1				
Chevalier cuivré	8	13			1								
Chevalier de rivière	9	24				1							
Chevalier blanc	7	14	300-399								1	1	
Chevalier rouge	7	16	400-499							1		2	
Chevalier blanc	8	18		1									
TOTAL											67		

^a Jeunes chevaliers de l'année (0+) uniquement^b Jeunes chevaliers 0+ ou 1+ selon la date de capture^c Jeunes chevaliers 1+ ou 2+ selon la date de capture

La distribution temporelle de l'effort est variable entre les secteurs et limite ainsi les comparaisons spatiales. Par exemple, le secteur aval de Saint-Ours dans la rivière Richelieu, le fleuve Saint-Laurent, les rivières Yamaska et Saint-François ont été échantillonnés au début de la saison, soit en juin et en juillet alors que le reste de la rivière Richelieu et le lac des Deux Montagnes ont été visités en août et en septembre. Le nombre relativement faible de captures de chevaliers ($n = 67$) dans les 111 traits de chalut retenus limite également les comparaisons spatiales de l'abondance (tableau 7). Bien que la présentation des résultats soit uniquement descriptive, en raison des arguments présentés précédemment, plusieurs éléments sont d'intérêt.

Plusieurs des très jeunes stades de chevaliers n'ont pu être identifiés à l'espèce par des critères morphologiques et méristiques en raison de leur très petite taille et du mode de préservation sur le terrain (formol) qui ne permettait pas de soumettre leur tissu à des analyses génétiques, à l'exception de deux. En effet, deux jeunes chevaliers rouges capturés dans le fleuve Saint-Laurent les 15 et 16 juillet (LT = 22 et 29 mm) ont pu être identifiés par la génétique (tableau 6).

Les autres chevaliers non identifiés, dont la longueur totale varie entre 19 et 29 mm, sont fort probablement aussi des chevaliers rouges et blancs puisque ces deux espèces frayent plus hâtivement que leurs congénères dans le système du fleuve Saint-Laurent–Richelieu. Parmi ces chevaliers non identifiés, un spécimen (LT = 31 mm) a été capturé plus tard en saison, soit le 13 août dans la rivière Richelieu. L'examen de laboratoire a toutefois confirmé qu'il ne s'agissait ni d'un chevalier cuivré ni d'un chevalier de rivière (pas de dents molariformes). Ses caractéristiques légèrement atypiques et son état ne permettent pas d'identifier avec précision à l'espèce. D'autre part, la possibilité qu'un jeune chevalier cuivré (LT = 31,5 mm) ait été capturé dans le secteur amont de Saint-Marc-sur-Richelieu le 17 août est plausible, mais, comme son appareil pharyngien n'a pu être examiné et qu'il n'a pas été possible de soumettre un échantillon de tissu aux analyses génétiques, il n'est pas possible de le distinguer de son congénère, le chevalier jaune. En effet, chez ce dernier spécimen, l'examen morphologique externe permettait au moins de déterminer qu'il s'agissait d'un individu portant 16 rangées d'écaillés autour du pédoncule caudal, ce qui indique un chevalier jaune ou cuivré (tableau 6).

La très grande majorité des chevaliers capturés au chalut ($n = 64$, 96 %) sont des spécimens dont la taille (LT) est ≤ 150 mm. Il importe de garder à l'esprit que seule la taille des spécimens ne permet pas de faire une ségrégation complète quant à leur âge, étant donné la période très étendue des échantillonnages.

La figure 1 permet de distinguer les groupes d'âge selon les gammes de taille des spécimens et la date d'échantillonnage. Parmi ceux-ci figurent des jeunes de l'année ($n = 54$), des individus d'âge 1+ ($n = 8$) et 2+ ($n = 2$) en début de saison de croissance (figure 1).

Tableau 7: Distribution spatiale et temporelle de l'effort de pêche au chalut (nombre de traits de chalut conservés seulement, n = 111) ainsi que des captures de chevaliers (n = 67) toutes espèces et toutes tailles confondues (entre parenthèses) dans les secteurs échantillonnés en 2015

Mois	Jour	Effort total (N ^{bre} de traits) quotidien	Rivière Richelieu						Rivière Saint- François	Fleuve Saint- Laurent	Rivière Yamaska	Lac des Deux Montagnes
			Amont barrage Chambly	Bassin de Chambly	Amont Saint- Marc	Saint-Marc	Aval Saint- Marc	Saint-Ours				
6	23	1								1 (0)		
7	2	2										2 (4)
7	6	5										5 (1)
7	7	7										7 (1)
7	8	3										3 (0)
7	9	4								4 (1)		
7	13	9								9 (2)		
7	14	9								1 (1)	4 (11)	4 (2)
7	15	8									6 (19)	2 (4)
7	16	7									7 (4)	
8	10	5										5 (0)
8	12	7										1 (0)
8	13	10										6 (0)
8	17	6										3 (2)
8	18	5										7 (3)
8	19	3										6 (1)
8	20	4										2 (0)
8	25	5										3 (0)
8	26	6										5 (0)
8	26	6										2 (0)
9	24	5										5 (10)
Bilan par secteurs	Nombre total de chevaliers toutes tailles et toutes espèces		0	1	3	13	0	6	4	34	6	0
	Effort total (N ^{bre} de traits)		5	3	12	14	16	17	14	18	6	6

Tableau 8 : Variabilité de la profondeur moyenne des 111 traits de chalut dans les plans d'eau en 2015

	Nombre de traits	Profondeur moyenne (m)			
		Moyenne	Minimum	Maximum	Écart type
Rivière Richelieu	67	3,9	1,4	7,0	1,0
Fleuve Saint-Laurent	18	3,6	1,8	7,0	1,3
Rivière Saint-François	14	3,3	2,4	4,7	0,6
Rivière Yamaska	6	3,1	2,4	3,6	0,4
Lac des Deux Montagnes	6	2,9	1,1	4,3	1,1

Globalement, ces travaux montrent la présence de jeunes chevaliers, surtout de jeunes stades (larves et jeunes de l'année), dans des habitats plus profonds dans la plupart des plans d'eau. Bien que la possibilité qu'une certaine proportion des captures de très jeunes stades puisse avoir été trouvée dans des habitats moins profonds échantillonnés au cours d'un trait de chalut ne puisse être exclue, l'examen plus détaillé du bilan des captures par classe de taille révèle effectivement la capture de chevaliers dont la taille (LT) est inférieure à 99 mm à des profondeurs moyennes supérieures à 2 m dans tous les plans d'eau où ils ont été trouvés (tableau 9).

Enfin, les captures de chevaliers (toutes espèces et toutes tailles confondues) ont été quatre fois plus abondantes aux stations où la végétation était présente, ce qui confirme l'importance des herbiers aquatiques dans leur cycle vital. Cependant, l'abondance de la végétation n'ayant pas été mesurée, il est difficile de pousser plus loin les analyses, notamment sur l'efficacité de l'engin en présence de végétation dense, sachant que des problèmes de colmatage de l'engin ont été observés à certaines stations affectant ainsi l'efficacité de l'engin.

3.2.4 Autres espèces capturées au chalut

Quelque 37 espèces de poisson appartenant à 12 familles ont été capturées dans les plans d'eau échantillonnés au chalut en 2015. La rivière Richelieu est de loin l'endroit où la diversité des captures est la plus élevée (32 espèces), comparativement aux autres plans d'eau où de 15 à 19 espèces ont été répertoriées. La présence du dard de sable et du fouille-roche gris a été enregistrée dans tous les secteurs, sauf au lac des Deux Montagnes, alors que le crapet arlequin (*Lepomis macrochirus*) a été trouvé uniquement dans ce dernier plan d'eau.

Tableau 9 : Variabilité de la profondeur moyenne des traits de chalut où des chevaliers (toutes espèces confondues) ont été capturés selon les classes de taille (LT) dans les secteurs visités en 2015

Plan d'eau	Secteur rivière Richelieu	Effectif	Classe de LT (mm)	Profondeur (m)			
				Moyenne	Minimum	Maximum	Écart type
Fleuve Saint-Laurent		33		3,1	1,8	4,3	1,1
Rivière Yamaska		5	19-29	2,8	2,4	3,3	0,5
Rivière Saint-François		2		4,0	3,3	4,7	1,0
Rivière Richelieu	Amont Saint-Marc	2	31-96	4,2	4,1	4,3	0,1
	Saint-Marc	12		2,6	2,1	4,6	0,8
	Saint-Ours	5		3,2	1,6	4,3	1,0
Rivière Saint-François		1		3,9			
Rivière Richelieu	Amont Saint-Marc	1	100-199	3,9			
	Saint-Marc	1		2,1			
	Saint-Ours	1		4,1			
Rivière Saint-François		1		3,9			
Rivière Yamaska		1	300-399	3,6			
Rivière Richelieu	Bassin de Chambly	1	400-499	1,6			
Fleuve Saint-Laurent		1		2,2			
TOTAL		67					

La capture d'un chat-fou des rapides (*Noturus flavus*) dans la rivière Richelieu est d'intérêt puisque cette espèce n'est pas capturée par les engins utilisés pour le suivi du recrutement des chevaliers.

La présence du gobie à taches noires a été enregistrée, en plus ou moins grande abondance, dans tous les plans d'eau, sauf au lac des Deux Montagnes. Notons que la présence et l'abondance de l'espèce ($n = 2$) dans la rivière Richelieu sont limitées à environ 6 km de son embouchure. Enfin, environ dix espèces de mulettes et au moins deux espèces d'écrevisses ont été échantillonnées au chalut. Parmi les mulettes, trois figurent sur la liste des espèces menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être désignées comme telles : l'elliptio à dents fortes (*Elliptio crassidens*), l'elliptio pointu (*Eurynia dilatata*) et le potamile ailé (*Potamilus alatus*). Les détails sont présentés dans l'annexe 4.

3.3 Analyses génétiques

Des échantillons de tissus de chevaliers ont été prélevés en 2015 (objectif 3), dont quelques-uns chez des individus dont l'identification était incertaine. La préservation de certains chevaliers dans le formol, dans l'échantillonnage tant à la seine de rivage qu'au chalut, limite la capacité d'identifier à l'espèce plusieurs individus, notamment ceux de plus petite taille capturés au chalut (stade larvaire). Dans certains cas, il n'était pas possible de confirmer les identifications en raison de la perte de certaines structures anatomiques, de la mauvaise qualité du spécimen ou de l'absence d'échantillon dans quelques cas où le poisson avait été remis à l'eau. Quelques échantillons de tissus de chevaliers récoltés en 2015 feront l'objet d'analyses plus avancées dans le cadre d'un projet portant sur ce volet (analyses d'assignation parentale, par exemple).

4 Discussion

Échantillonnage à la seine de rivage dans la rivière Richelieu

Même si les données ne peuvent être comparées directement avec celles du suivi du recrutement standardisé dans les secteurs de Saint-Marc-sur-Richelieu et de Saint-Ours, l'effort consenti dans un endroit stratégique de la rivière Richelieu, soit le secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu, a permis l'atteinte du premier objectif du projet. Les résultats obtenus permettent de confirmer la reproduction naturelle du chevalier cuivré en 2015 par la capture d'un jeune de l'année, car les activités de reproduction assistée n'ont pas eu lieu cette année.

Les tailles mesurées chez les jeunes de l'année en 2015 s'apparenteraient davantage à une année de croissance observée habituellement dans la rivière Richelieu. La taille du jeune chevalier cuivré de l'année capturé le 23 septembre (LT = 44 mm) est aussi tout à fait comparable à celle d'autres spécimens sauvages capturés à la même période dans les années antérieures, dont la taille varie de 32 à 48,5 mm (Coté et collab., 2007, 2010, Vachon 1999a, 1999b, 2002, 2007, 2010). Enfin, malgré un effort plus faible dans le

secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu (23 stations, comparativement à 40 dans le suivi systématique), les résultats montrent de nouveau que les jeunes chevaliers de l'année sont plus abondants dans les habitats situés en rive gauche de la rivière Richelieu ainsi que dans ceux qui sont autour des îles par rapport à la rive droite.

L'échantillonnage à la seine de rivage s'avère toujours pertinent pour documenter la présence de plusieurs autres espèces en situation précaire dans la rivière Richelieu, dont le dard de sable, le fouille-roche gris, le chevalier de rivière, le méné d'herbe, tout comme la présence d'espèces exotiques et envahissantes, comme la tanche, le crapet arlequin, le baret et le gobie à taches noires.

Échantillonnage au chalut dans différents plans d'eau de la grande région de Montréal

Dans l'ensemble, le chalut utilisé en 2015 s'est avéré particulièrement efficace pour la capture de poissons de petites tailles dotés d'une capacité natatoire limitée dont les jeunes chevaliers de l'année, les petits percidés et plusieurs autres espèces benthiques. Comme en 2010, les captures au chalut de chevaliers dont la taille est supérieure à 100 mm ont été peu nombreuses avec le chalut utilisé en 2015, ce qui indique vraisemblablement que le chalutage, tel qu'il est utilisé, n'est pas l'engin optimal pour nous permettre de nous prononcer sur l'abondance et la répartition des individus du segment subadulte de chevaliers, notamment lorsque leur taille est supérieure à 100 mm. Par exemple, dans la rivière Richelieu, plan d'eau où la plus grande variabilité de taille a été observée, même les plus jeunes subadultes ($100 \text{ mm} \leq \text{LT} \leq 199 \text{ mm}$) sont rares ($n = 3$) parmi les captures, voir absents pour ceux de $200 \text{ mm} \leq \text{LT} \leq 299 \text{ mm}$. Or, des subadultes de toutes les espèces devraient être présents et en principe abondants, considérant les résultats obtenus dans les années précédentes. En effet, bien qu'en l'absence de suivi du recrutement en 2014 il est impossible de statuer sur le niveau de recrutement des chevaliers (toutes espèces confondues) dans la rivière Richelieu en 2014, les travaux de suivis dans la rivière Richelieu au cours des années précédentes avaient révélé un recrutement de chevaliers exceptionnel en 2012 et très élevé en 2013. De plus, desensemencements de chevaliers cuivrés ont eu lieu en 2012, 2013 et 2014 (Vachon, 2018c, 2019, Vachon et Sirois, 2019). Les échantillonnages au chalut en 2015, qui ont tout de même permis la capture d'un jeune chevalier cuivré d'âge 1+ en août dans la rivière Richelieu, permettent toutefois de démontrer la survie d'un jeune chevalier cuivré produit en 2014. L'origine de ce poisson (issu de la reproduction assistée ou naturelle) n'est pas encore déterminée.

Ces résultats de chalutage mettent en évidence les limites de l'engin dans les herbiers aquatiques reliés au colmatage de l'entrée par la végétation et suggèrent que des modifications du point de vue de la conception et de la méthode d'usage du chalut seraient requises pour maximiser les captures de chevaliers. En effet, cette faible abondance de chevaliers pourrait être expliquée par la moins grande efficacité de l'engin dans les herbiers aquatiques puisque la végétation s'accumulait fréquemment à l'entrée, même si les traits de chalut se faisaient surtout à la marge des grands herbiers à des profondeurs

plus élevées que celles qui étaient couvertes par les échantillonnages à la seine. La plus grande efficacité des chevaliers de plus grande taille à s'échapper en raison de leur plus grande capacité natatoire, comparativement aux plus jeunes stades, pourrait être un autre facteur.

Certaines modifications du chalut pourraient être envisagées afin de réduire l'accumulation de la végétation et de permettre une meilleure efficacité de l'engin dans les herbiers aquatiques et, du même coup, de réduire les dommages par arrachage sur cette composante importante de l'habitat des jeunes chevaliers. L'augmentation de la vitesse de croisière en cours d'échantillonnage pourrait aussi être une solution, mais celle-ci impliquerait d'autres modifications, telles que l'augmentation de la taille des mailles ainsi que de la longueur du filet.

Les échantillonnages au chalut en 2015 ont permis de capturer de très jeunes stades de chevaliers, ce qui n'avait pas été le cas au cours des travaux menés en 2010 avec un chalut présentant des caractéristiques différentes, mais qui était surtout plus imposant (Vachon 2018a). La capture de très jeunes stades à des profondeurs supérieures à 2 m était inattendue et contribue à l'acquisition de connaissances sur les chevaliers en général. Les résultats doivent être abordés avec prudence puisqu'ils sont tributaires de la période d'échantillonnage. En effet, en raison de la période d'échantillonnage hâtive (juin-juillet) dans le fleuve Saint-Laurent ainsi que dans les rivières Yamaska et Saint-François, il n'est pas surprenant d'y avoir trouvé les plus petits spécimens. Ces travaux permettent cependant de confirmer des activités de fraye de chevaliers (autres que chevalier cuivré) dans les rivières Yamaska, Saint-François, Richelieu ainsi que dans le fleuve Saint-Laurent. Dans ce dernier cas, les chevaliers pourraient vraisemblablement avoir frayé dans les zones d'eau plus vives près de l'île Sainte-Hélène (rapides Sainte-Marie) ainsi que dans le secteur du fleuve Saint-Laurent près du pont Champlain.

L'identification des chevaliers à des tailles inférieures à 30 mm, au moyen de critères morphologiques externes, est possible, mais demeure un défi et comporte ses limites. Dans le cadre de ces travaux, l'identification à l'espèce des spécimens de très petite taille est limitée. Toutefois, la possibilité qu'ils soient des chevaliers cuivrés est extrêmement faible, voire nulle, puisqu'à la période où ils ont été majoritairement capturés (9 au 16 juillet), les larves de chevaliers cuivrés quittent à peine les frayères pour amorcer leur dévalaison vers les secteurs plus en aval et ne sont pas aussi développées. Ces spécimens seraient vraisemblablement des chevaliers rouges ou des chevaliers blancs puisque ces espèces sont les premières à frayer (Mongeau et collab., 1986, 1992). Il existerait une seule possibilité de capture d'un jeune chevalier cuivré de l'année au chalut (le spécimen LT = 31,5 mm) trouvé dans la rivière Richelieu le 17 août. Il est important de noter qu'à cette taille l'identification de jeune cuivré par des critères morphologiques est possible, mais requiert l'examen de son appareil pharyngien, pièce anatomique qui n'était plus disponible dans ce cas-ci lors de la révision des identifications.

Autres espèces capturées au chalut

Les travaux au chalut ont permis de documenter plus précisément la faune benthique, notamment les muettes, dans des habitats moins fréquemment échantillonnés par les

engins habituels. Plusieurs espèces de mulettes ont été répertoriées, dont trois sont inscrites sur la liste des espèces désignées menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être désignées comme telles. Des espèces exotiques et envahissantes font également partie des échantillons. Dans le cas du gobie à taches noires dans la rivière Richelieu, la première mention remonte en 2011 par la capture d'un spécimen à la seine de rivage à l'embouchure (Vachon, 2018b), suivie de la capture de trois spécimens en 2013 à environ 2 km de l'embouchure (Vachon, 2019). Les captures de 2015 documentent non seulement la progression de l'espèce, puisque les deux spécimens ont été capturés à environ 6 km de l'embouchure, mais aussi l'occupation des habitats plus profonds par l'espèce.

5 Conclusion

Les travaux de recherches de subadultes de 2015 à la seine de rivage ont permis de confirmer la reproduction naturelle du chevalier cuivré dans la rivière Richelieu en l'absence de reproduction assistée par la capture d'un jeune de l'année. Par rapport à l'ensemble des jeunes chevaliers de l'année (toutes espèces) capturés à la seine de rivage dans la rivière Richelieu en 2015, l'abondance relative du chevalier cuivré est encore très faible; 0,8 %. Bien que l'effort d'échantillonnage ait été plus intense dans le secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu de la rivière Richelieu, les échantillonnages à la seine de rivage montrent à nouveau l'importance de ce secteur de la rivière Richelieu, qui inclut les îles de Jeannotte et aux Cerfs, dans le cycle vital de l'espèce puisqu'un jeune chevalier cuivré de l'année y a été capturé.

Les échantillonnages au chalut en 2015 confirment la présence de subadultes de chevaliers dans les zones plus profondes de 2 à 5 m. La capture d'un jeune chevalier cuivré d'âge 1+ au chalut permet également de confirmer la survie d'un représentant de la cohorte de 2014. Le chalut de type Mini-Missouri est plus efficace pour la capture de jeunes chevaliers de taille (LT) inférieure à 100 mm que pour celle des subadultes de plus grande taille.

Les travaux au chalut se sont avérés efficaces pour confirmer la présence de très jeunes stades de chevaliers dans des habitats plus profonds, non couverts par les travaux à la seine de rivage, dans plusieurs plans d'eau. Les efforts exploratoires réalisés ont permis de confirmer la reproduction de chevaliers dans les rivières Saint-François et Yamaska ainsi que dans le fleuve Saint-Laurent.

À la suite des travaux de 2015, il est possible de mieux cerner les limites du chalut, même dans les secteurs de plus grande profondeur où les herbiers aquatiques peuvent être relativement denses, ce qui limite son efficacité. Des réflexions sont requises pour trouver un engin qui serait plus efficace dans ce type d'habitat, dans le but de permettre la capture de subadultes de chevaliers tout en préservant l'intégrité de ces herbiers aquatiques. Pour ces raisons, l'échantillonnage des herbiers aquatiques pour détecter la présence de subadultes du chevalier cuivré demeure un défi.

Remerciements

Nous tenons à remercier Renée Gravel⁶, Jean-Philippe Détole⁴, Jacques Trottier⁷, Jimmy Mayrand, stagiaire⁸, Simon Pelletier, technicien⁶ et, enfin, Matéo Détole⁹ pour leur soutien ponctuel dans le cadre des travaux de terrain. Notre équipe remercie Pêches et Océans Canada pour l'octroi d'un financement pour soutenir la réalisation de ce projet.

6. MELCCFP, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval.

7. Pêches et Océans Canada.

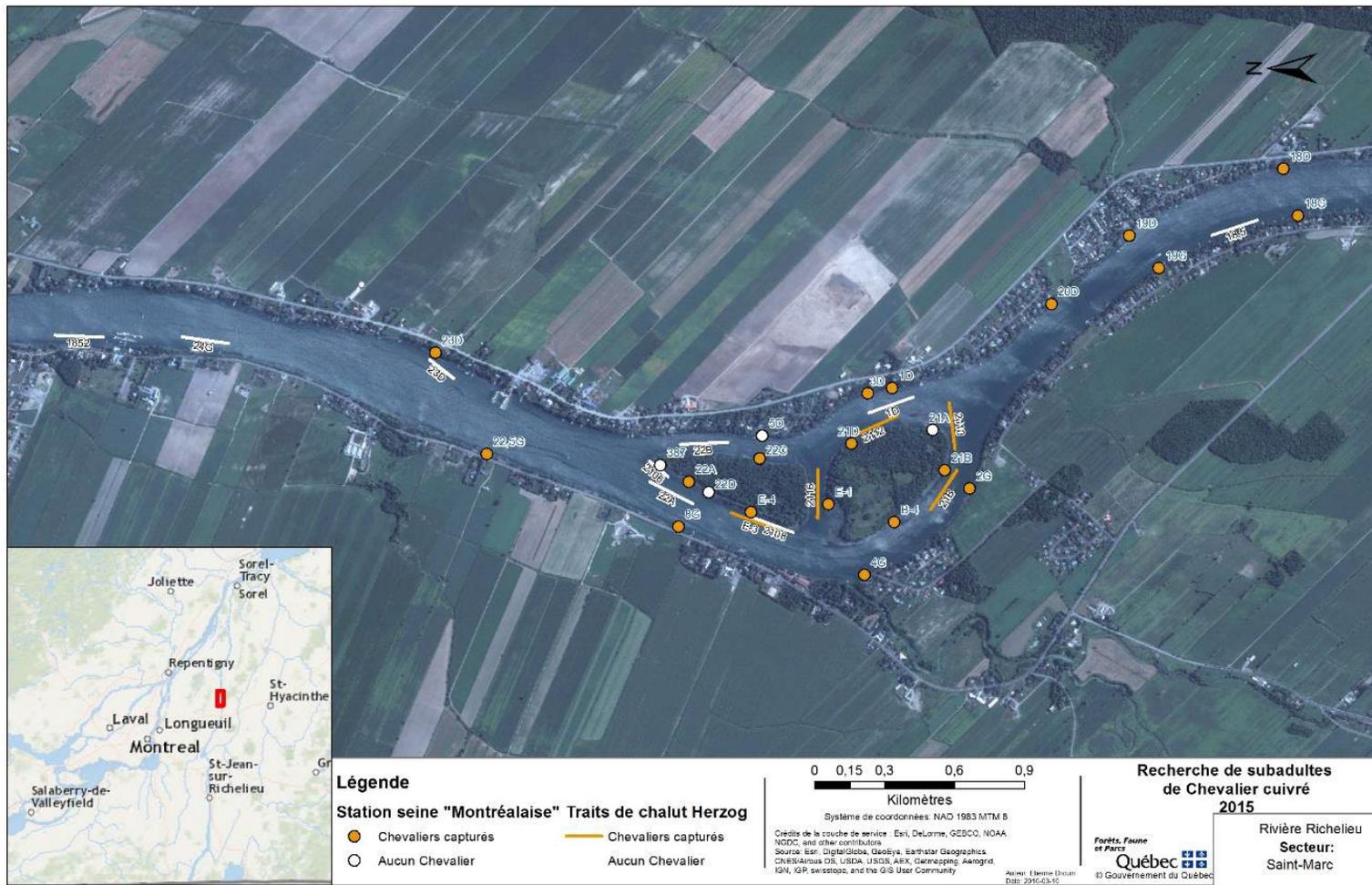
8. Direction générale de la gestion de la faune et des habitats.

9. Bénévole.

Annexes

Annexe 1 : Localisation des stations de seine de rivage et de chalut échantillonnées en 2015 et identification des stations où des chevaliers (toutes espèces et toutes tailles confondues) ont été capturés dans les plans d'eau de la Montérégie

A) Rivière Richelieu, secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu



B) Rivière Richelieu, secteur aval de Saint-Marc-sur-Richelieu Sud



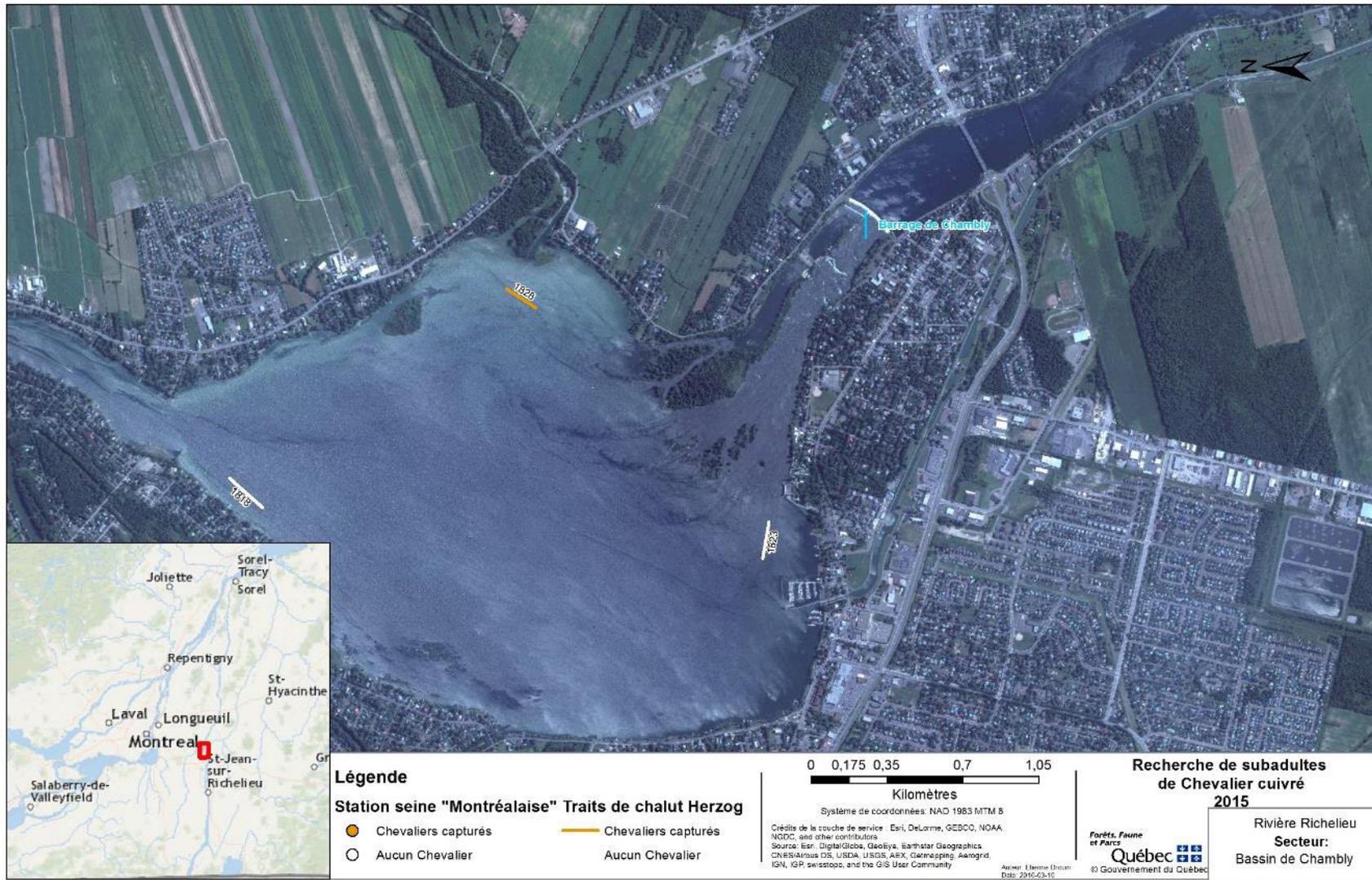
C) Rivière Richelieu, secteur aval de Saint-Marc-sur-Richelieu Nord



D) Rivière Richelieu, secteur amont de Saint-Marc-sur-Richelieu



E) Rivière Richelieu, secteur du bassin de Chambly



F) Rivière Richelieu, secteur amont du barrage de Chambly



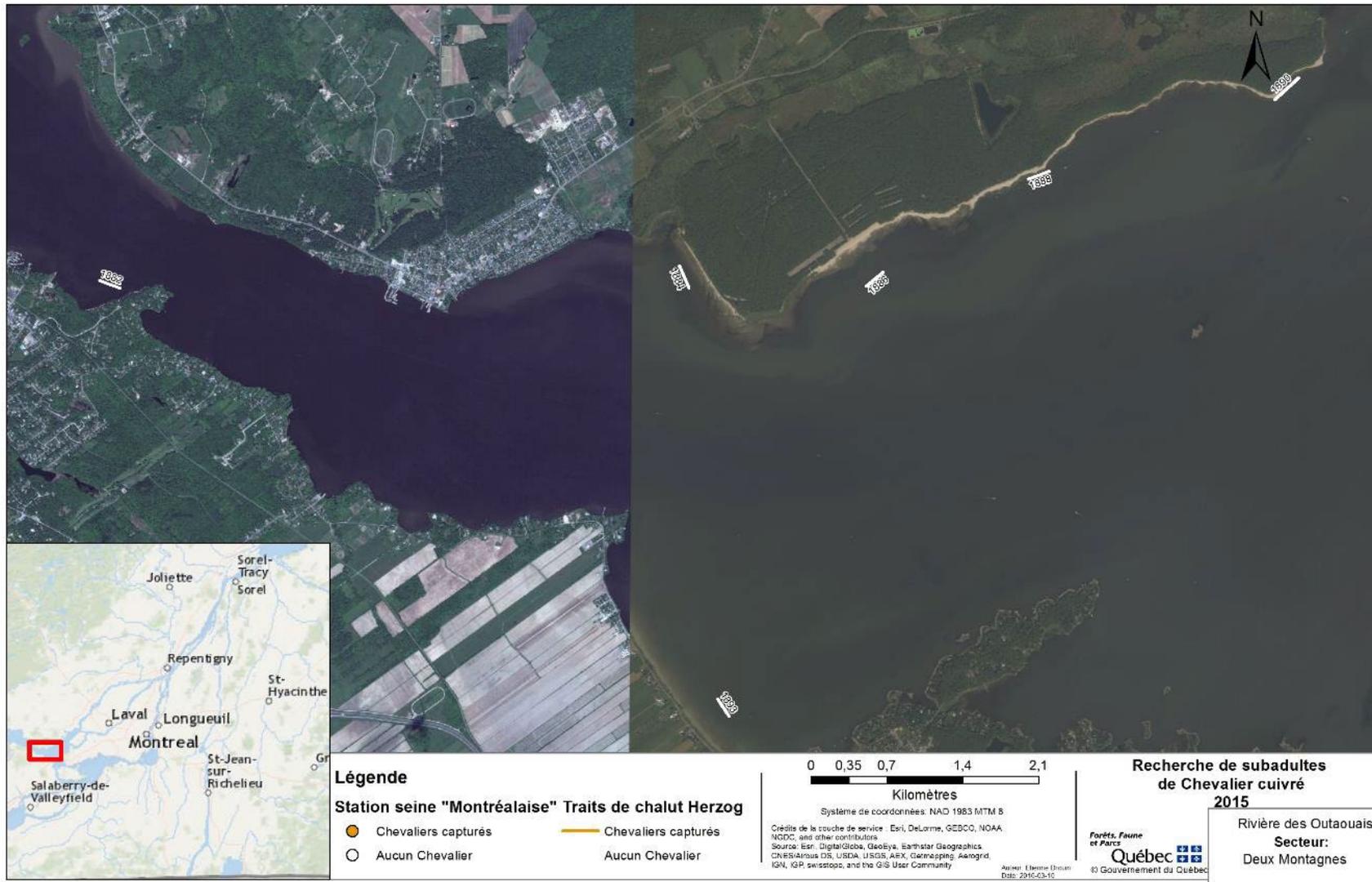
G) Rivière Richelieu, secteur aval de Saint-Ours Sud



H) Rivière Richelieu, secteur aval de Saint-Ours Nord



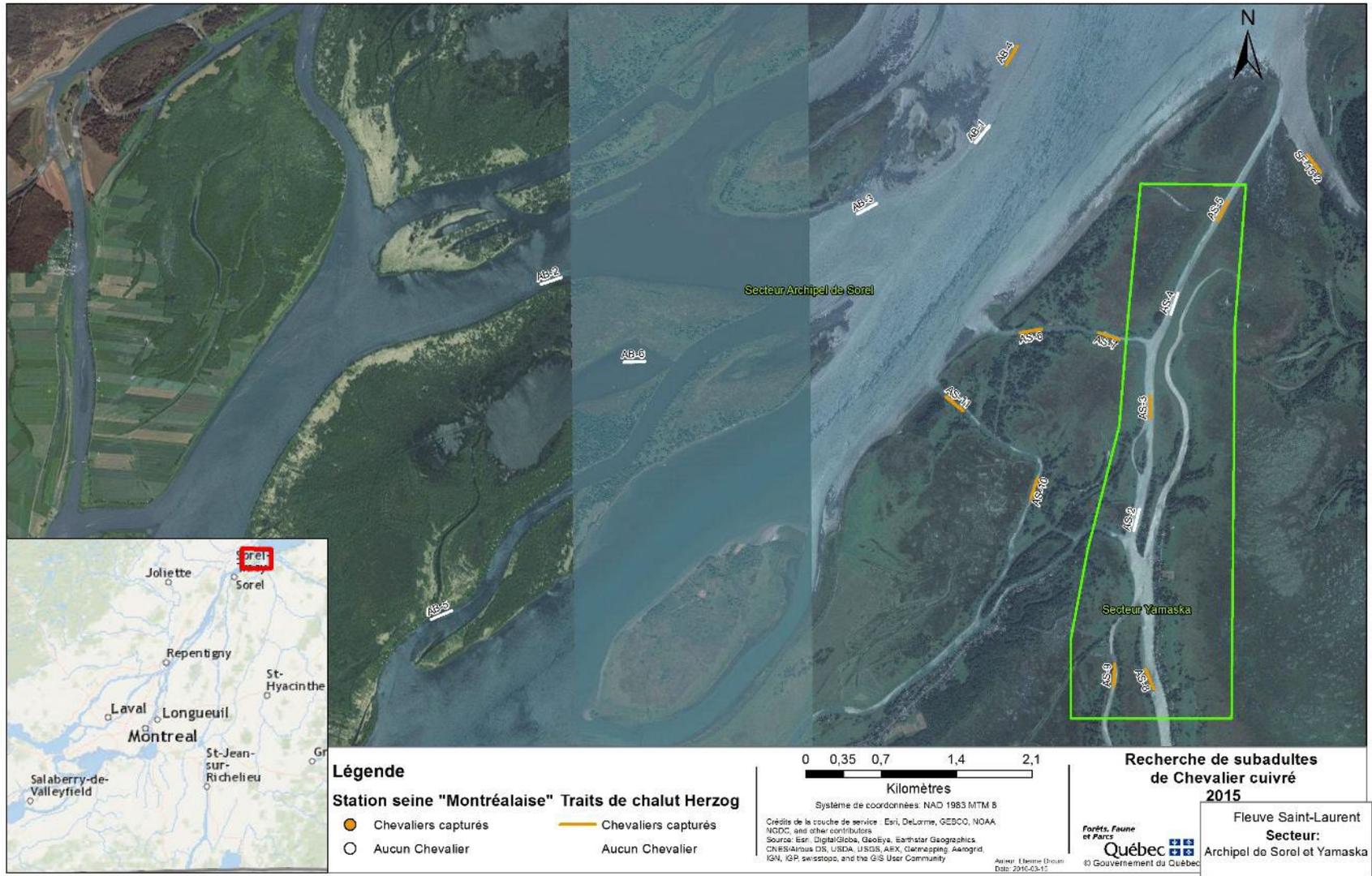
I) Lac des Deux Montagnes



J) Rivière Saint-François



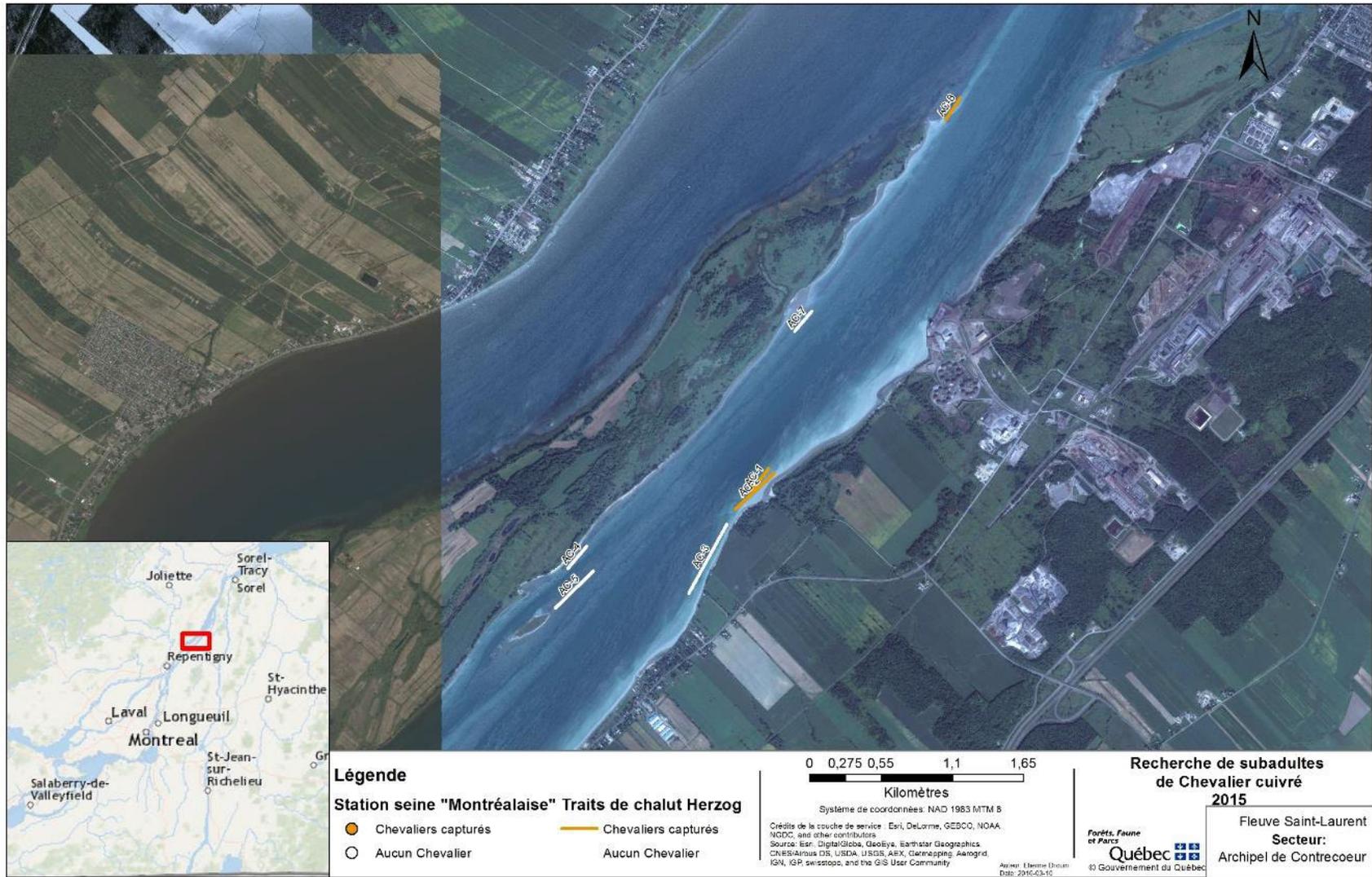
K) Rivière Yamaska et archipel de Sorel



L) Fleuve Saint-Laurent, archipel des îles de Boucherville



M) Fleuve Saint-Laurent, archipel de Contrecoeur



Annexe 2 : Liste des espèces de poisson et des mulettes trouvées à la seine de rivage le 23 septembre et les 22 et 23 octobre 2015 dans la rivière Richelieu. Le X indique la présence de l'espèce¹⁰.

Familles	Espèces	Aval Saint-Marc	Saint-Marc	Saint-Ours
Catostomidés	Chevalier blanc		X	
	Chevalier de rivière		X	
	Chevalier cuivré		X	
	Chevalier rouge	X	X	X
	Chevalier jaune		X	X
	Chevalier sp.		X	
	Chevalier sp. (jaune ou cuivré)		X	
	Meunier noir	X	X	X
Percidés	Dard de sable		X	
	Fouille-roche gris		X	
	Perchaude		X	X
	Fouille-roche zébré		X	
	Doré jaune		X	
	Raseaux-de-terre noir ou gris	X		
	Raseaux-de-terre gris	X	X	X
Centrarchidés	Achigan à petite bouche		X	
	Crapet de roche	X	X	X
	Crapet-soleil		X	X
	Crapet arlequin		X	X
	Marigane noire		X	X
Cyrpinidés	Carpe		X	
	Méné bleu	X	X	X
	Méné d'argent		X	X
	Méné à nageoires rouges		X	
	Méné émeraude	X	X	X
	Méné d'herbe			X
	Méné jaune		X	X
	Méné à tache noire	X	X	X
	Tête rose	X	X	X
	Méné paille	X	X	X
	Méné paille ou pâle		X	
	Méné pâle	X	X	X
	Méné à museau arrondi	X	X	X
	Ouitouche		X	
	Tanche	X	X	
Esocidés	Grand brochet	X	X	
Clupéidés	Gaspereau	X	X	X
Ictaluridés	Barbotte brune			X
Moronidés	Baret		X	
Atherinopsidés	Crayon d'argent		X	X
Gasterostéidés	Épinoches à cinq épines		X	
Osméridés	Éperlan arc-en-ciel		X	
Percopsidés	Omisco	X	X	X
Fundulidés	Fondule barré	X	X	X
Mulettes ^a	<i>Lampsilis cardium</i>		X	
	<i>Lampsilis radiata</i>		X	
	<i>Ligumia recta</i>		X	
Nombre d'espèces de poissons par secteurs		17	39	24
Nombre d'espèces de mulettes par secteurs		0	3	0

^a Identifiées par Marie-Hélène Fraser.

10. Liste potentiellement incomplète en raison d'un sous-échantillonnage sur le terrain.

Annexe 3 : Liste des espèces de poisson trouvées au chalut de juin à septembre 2015 dans les plans d'eau échantillonnés. Le X indique la présence de l'espèce.

Familles	Espèces	Lac des Deux Montagnes	Rivière Richelieu	Rivière Saint-François	Fleuve Saint-Laurent	Rivière Yamaska
Centarchidés	Crapet de roche	X	X		X	X
	Craiper-soleil	X	X	X	X	
	Crapet arlequin	X				
	Achigan à petite bouche		X	X	X	
	Achigan à grande bouche	X	X		X	
Catostomidés	Meunier noir		X		X	X
	Chevalier blanc		X	X		X
	Chevalier de rivière		X			
	Chevalier rouge		X		X	
	Chevalier jaune		X			
	Chevalier jaune ou cuivré		X			
	Chevalier <i>sp.</i>		X	X	X	X
Cyprinidés	Carpe		X			X
	Méné émeraude	X				
	Méné bleu		X			
	Méné à tache noire	X	X	X	X	X
	Méné d'argent					X
	Méné paille	X	X	X	X	
	Méné paille ou pâle	X	X			
	Méné pâle		X	X	X	X
Méné à museau arrondi	X	X				
Moronidés	Baret		X			
Clupéidés	Gaspereau		X			
Ictaluridés	Chat-fou des rapides		X			
	Barbotte brune	X		X	X	X
	Barbue de rivière			X		X
Percopsidés	Omisco	X	X	X	X	X
Osméridés	Éperlan arc-en-ciel		X			
Fundulidés	Fondue barré		X			
Percidés	Doré noir	X				
	Doré jaune	X	X	X	X	
	Perchaude	X	X	X	X	X
	Dard de sable		X	X	X	X
	Fouille-roche gris		X	X	X	
	Fouille-roche zébré	X	X	X	X	X
	Raseaux-de-terre noir ou gris	X	X	X	X	
	Raseaux-de-terre gris	X	X	X	X	X
Gobiidés	Gobie à taches noires		X	X	X	X
Acipenséridés	Esturgeon jaune		X			
Nombre d'espèces par plans d'eau		17	32	17	19	15
Nombre total d'espèces		37				

Annexe 4 : Liste des mulettes et autres invertébrés trouvés au chalut de juin à septembre 2015 dans les plans d'eau échantillonnés. Le X indique la présence de l'espèce.

Groupes	Espèces	Lac des Deux Montagnes	Rivière Richelieu	Rivière Saint-François	Fleuve Saint-Laurent	Rivière Yamaska
Mulettes^a	<i>Elliptio complanata</i>	X	X	X	X	
	<i>Elliptio crassidens</i>	X				
	<i>Eurynia dilatata</i>	X	X			
	<i>Lampsilis cardium</i>	X	X	X	X	X
	<i>Lampsilis radiata</i>	X	X		X	
	<i>Lampsilis siliquoidea</i>	X				
	<i>Lasmigona compressa</i>	X		X		
	<i>Ligumia recta</i>		X			
	<i>Potamilus alatus</i>			X		
	<i>Leptodea fragilis</i> ou <i>lasmigona compressa</i>	X				
Moules à identifier		X	X	X		
Moules exotiques envahissantes	Moule quagga				X	
	Moule zébrée		X		X	
Écrevisses	<i>Orconectes propinquus</i>		X			
	<i>Orconectes limosus</i>				X	
	Écrevisse sp.		X			
Autres invertébrés	Necture tacheté		X			
	Éponge d'eau douce	X	X		X	
	Gastéropodes	X	X		X	
	Sphaeriidae	X		X		

^a Identifiées par Marie-Hélène Fraser.

Bibliographie

- COUILLARD, M.-A., J. BOUCHER et S. GARCEAU. 2011.** Protocole d'échantillonnage du fouille-roche gris (*Percina copelandi*), du dard de sable (*Ammocrypta pellucida*) et du méné d'herbe (*Notropis bifrenatus*) au Québec. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. Faune Québec et Secteur des opérations régionales, 27 p.
- COMITÉ D'INTERVENTION. 1995.** Plan d'intervention pour la survie du suceur cuivré (*Moxostoma hubbsi*), Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, 40 p.
- COSEPAC. 2004.** Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) au Canada – Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa, vii+ 43 p.
- COSEPAC. 2014.** Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa, xiii + 81 p.
- CÔTÉ, G., V. ALBERT et L. BERNATCHEZ. 2007.** Caractérisation génétique de chevaliers cuivrés (*Moxostoma hubbsi*) reproducteurs de 2005-2006 et de leurs juvénilesensemencés en 2006 dans la rivière Richelieu, rapport final présenté par l'Université Laval à Pêches et Océans Canada, 22 p. et 5 annexes.
- CÔTÉ, G., N. VACHON et L. BERNATCHEZ. 2010.** Caractérisation génétique de chevaliers cuivrés (*Moxostoma hubbsi*) reproducteurs de 2007-2008-2009 et de leurs juvénilesensemencés en 2007-2008-2009 dans la rivière Richelieu, rapport final présenté par l'Université Laval (Institut de biologie intégrative et des systèmes) à Pêches et Océans Canada.
- ÉQUIPE DE RÉTABLISSMENT DU CHEVALIER CUIVRÉ. 2005.** Plan de rétablissement pour la survie du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) 2004-2008. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction du développement de la faune. Québec, 77 p.
- ÉQUIPE DE RÉTABLISSMENT DU CHEVALIER CUIVRÉ DU QUÉBEC. 2012.** Plan de rétablissement du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) au Québec, 2012-2017. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Faune Québec, 55 p.
- LA HAYE, M., et M. HUOT. 1995.** Situation du suceur cuivré (*Moxostoma hubbsi*) au Québec : espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable, Québec, Le groupe de recherche SÉEEQ Itée pour le ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, 50 p.
- MONGEAU, J.-R., P. DUMONT et L. CLOUTIER. 1986.** La biologie du suceur cuivré, *Moxostoma hubbsi*, une espèce rare et endémique à la région de Montréal, Québec, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale de Montréal, Rapport technique 06-39, 137 p.
- MONGEAU, J.-R., P. DUMONT, L. CLOUTIER et A.-M. CLÉMENT. 1988.** Le statut du chevalier cuivré, *Moxostoma hubbsi*, au Canada, *Can. Field. Nat.* 102 : 132-139.
- MONGEAU, J.-R., P. DUMONT et L. CLOUTIER. 1992.** La biologie du suceur cuivré (*Moxostoma hubbsi*) comparée à celle de quatre autres espèces de *Moxostoma* (*M. anisurum*, *M. carinatum*, *M. macrolepidotum*, *M. valenciennesi*), *Can. J. Zool.* 70 : 1354-1363.
- MPO (MINISTÈRE DES PÊCHES ET DES OCÉANS CANADA). 2012.** Programme de rétablissement du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) au Canada. Série de programmes de rétablissement de la *Loi sur les espèces en péril*, Pêches et Océans Canada, Ottawa, xi + 64 p.
- VACHON, N. 1999a.** Suivi de l'abondance relative des chevaliers 0+ dans le secteur Saint-Marc de la rivière Richelieu en septembre 1999 avec une attention particulière portée au chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*). Société de la faune et des parcs du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Longueuil, rapport technique 16-05, vii + 25 p.

- VACHON, N. 1999b.** Écologie des juvéniles 0+ et 1+ de chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), une espèce menacée, comparée à celle des quatre autres espèces de *Moxostoma* (*M. anisurum*, *M. carinatum*, *M. macrolepidotum*, *M. valenciennesi*) dans le système de la rivière Richelieu. Mémoire présenté à l'Université du Québec à Montréal comme exigence partielle de la maîtrise en biologie. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de la Montérégie, Longueuil, rapport technique 16-06, xvi + 175 p.
- VACHON, N. 2002.** Variations interannuelles de l'abondance des chevaliers 0+ dans le secteur Saint-Marc de la rivière Richelieu de 1997 à 2001 avec une attention particulière portée au chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*). Société de la faune et des parcs du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Longueuil, rapport technique 16-08, viii + 48p.
- VACHON, N. 2003.** Guide et clé d'identification des juvéniles de chevaliers (genre *Moxostoma*) du Québec. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil, rapport technique 16-14F, vi + 26 p. et 2 annexes. Aussi en anglais.
- VACHON, N. 2007.** Bilan sommaire du suivi du recrutement des chevaliers dans le secteur Saint-Marc de la rivière Richelieu de 2003 à 2006 avec une attention particulière portée au chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'aménagement de la faune de l'Estrie, de Montréal et de la Montérégie. Longueuil, rapport technique 16-34, vii + 31 pages + 1 annexe.
- VACHON, N. 2010.** Reproduction artificielle, ensemencements et suivi du recrutement du chevalier cuivré en 2009. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Unité de gestion des ressources naturelles et de la faune de Montréal-Montérégie, Longueuil, rapport technique 16-44, vii + 28 p. + 5 annexes.
- VACHON, N. 2018a.** Reproduction artificielle, suivi du recrutement et recherche de subadultes de chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) en 2010, rapport technique 16-50, 42 p.
- VACHON, N. 2018b.** Reproduction artificielle, suivi du recrutement et recherche de subadultes de chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) en 2011, rapport technique 16-51, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 32 p.
- VACHON, N. 2018c.** Reproduction artificielle, suivi du recrutement et premiers essais de cryopréservation de la laitance du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) en 2012, rapport technique 16-52, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 33 p.
- VACHON, N. 2019.** Reproduction artificielle, ensemencements et suivi de la population du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) en 2013, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, rapport technique 16-46, 24 p.
- VACHON, N., et C. SIROIS. 2019.** Reproduction artificielle, ensemencements et suivi de la population du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) en 2014. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, rapport technique 16-54, 18 p.

**Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs**

Québec 