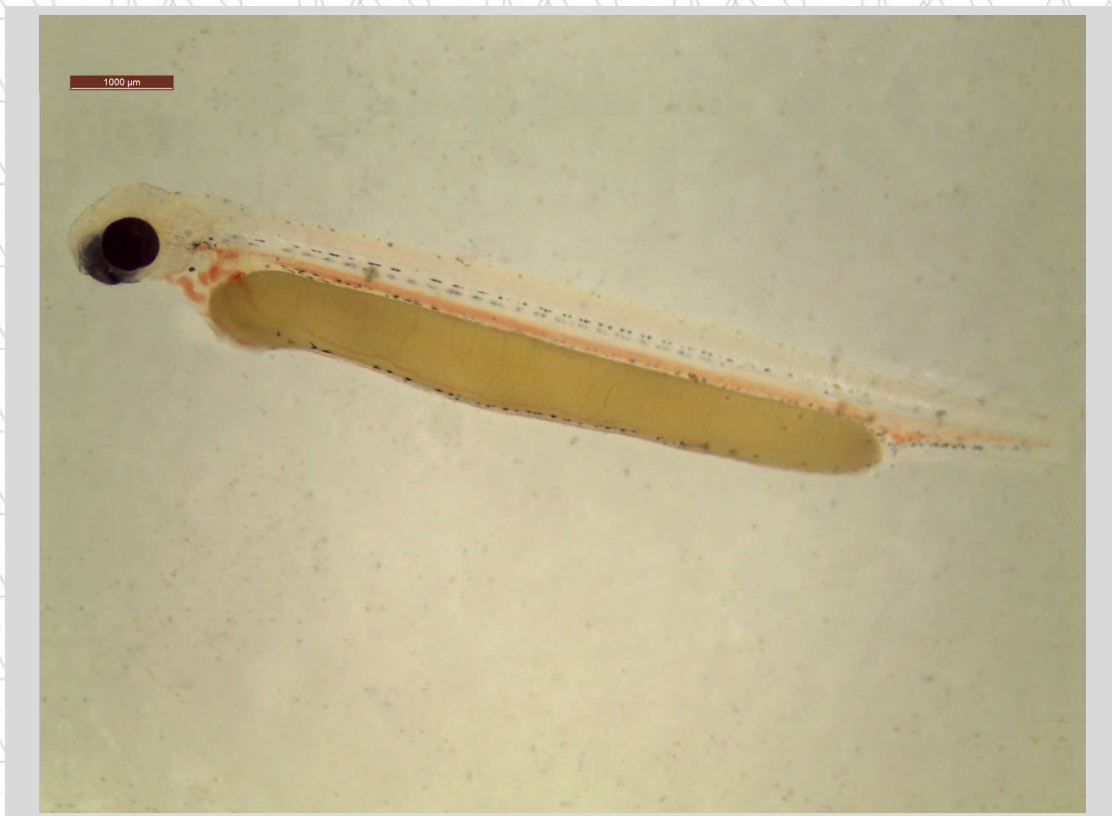


# Reproduction artificielle, ensemencements et suivi de la population du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) en 2019

Juin 2021

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS



**Photographie de la page couverture :**

Cette image présente une larve vivante de chevalier cuivré. Cette larve, qui a éclos le 16 juin 2013, est âgée de 7 jours. Elle a été produite par une fécondation réalisée au moyen de laitance qui avait été congelée en 2012.

Crédit photo : Sandra Velásquez

La version intégrale de ce document est accessible sur le site Internet suivant :

[mffp.gouv.qc.ca](http://mffp.gouv.qc.ca).

**Pour citer ce document :**

VACHON, N. (2021). Reproduction artificielle, ensemencements et suivi de la population du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) en 2019. Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, Secteur des opérations régionales, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Rapport technique 16-58, vii + 30 p.

© Gouvernement du Québec

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2021

ISBN (PDF) : 978-2-550-90826-5

# Équipe de réalisation 2019

Plusieurs personnes ont été impliquées dans les diverses étapes de la réalisation de ces activités de rétablissement et de recherche sur le chevalier cuivré.

**Chargée de projet, coordination, analyse et rédaction :** Nathalie Vachon<sup>1</sup>

## **Aménagement du site**

Sylvain Desloges<sup>1</sup>  
Mélicca Lamoureux<sup>1</sup>  
Sandie Janelle<sup>1</sup>  
Sylvie Normand<sup>1</sup>  
Benjamin Gilbert<sup>2</sup>

## **Capture des géniteurs dans le B-17**

Sandie Janelle<sup>1</sup>  
Sylvie Normand<sup>1</sup>  
Benjamin Gilbert<sup>2</sup>  
Guillaume Canac-Marquis<sup>3</sup>  
Marc-Antoine Couillard<sup>3</sup>  
Hugo Marchand<sup>4</sup>  
Émily Boulanger<sup>4</sup>  
Kira Lazda<sup>4</sup>

## **Capture des géniteurs en aval du barrage de Saint-Ours et dans le bassin de Chambly**

Sylvain Desloges<sup>1</sup>  
Mélicca Lamoureux<sup>1</sup>  
Sandie Janelle<sup>1</sup>  
Sylvie Normand<sup>1</sup>  
Benjamin Gilbert<sup>2</sup>  
Guillaume Canac-Marquis<sup>3</sup>  
Marc-Antoine Couillard<sup>3</sup>  
Hugo Marchand<sup>4</sup>  
Émily Boulanger<sup>4</sup>  
Kira Lazda<sup>4</sup>

## **Opération de la cage de la passe migratoire**

Mélicca Lamoureux<sup>1</sup>  
Sandie Janelle<sup>1</sup>  
Sylvie Normand<sup>1</sup>  
Benjamin Gilbert<sup>2</sup>  
Guillaume Canac-Marquis<sup>3</sup>  
Marc-Antoine Couillard<sup>3</sup>  
Hugo Marchand<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> MFFP, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval.

<sup>2</sup> Étudiant-stagiaire, Cégep de Saint-Félicien.

<sup>3</sup> MFFP, Direction de l'expertise sur la faune aquatique.

<sup>4</sup> Université McGill.

Émily Boulanger<sup>4</sup>  
Kira Lazda<sup>4</sup>

### **Opération de la cage de la passe migratoire**

Mélissa Lamoureux<sup>1</sup>  
Sandie Janelle<sup>1</sup>  
Sylvie Normand<sup>1</sup>  
Benjamin Gilbert<sup>2</sup>  
Guillaume Canac-Marquis<sup>3</sup>  
Marc-Antoine Couillard<sup>3</sup>  
Hugo Marchand<sup>4</sup>  
Émily Boulanger<sup>4</sup>  
Kira Lazda<sup>4</sup>

### **Fabrication des dilueurs**

Nathalie Vachon<sup>1</sup>  
Sandie Janelle<sup>1</sup>

### **Conservation de la laitance réfrigérateur**

Nathalie Vachon<sup>1</sup>

### **Évaluation postcongélation**

Sandra Velásquez<sup>5</sup>

### **Manipulation des géniteurs**

Nathalie Vachon<sup>1</sup>  
Sandie Janelle<sup>1</sup>  
Mélissa Lamoureux<sup>1</sup>

### **Transport des géniteurs de Chambly à Saint-Ours**

Mélissa Lamoureux<sup>1</sup>  
Sylvain Desloges<sup>1</sup>  
Guillaume Canac-Marquis<sup>3</sup>  
Marc-Antoine Couillard<sup>3</sup>  
Hugo Marchand<sup>4</sup>

### **Désinfection des œufs**

Sylvie Normand<sup>1</sup>

### **Transport des œufs**

Émilie Lapalme<sup>6</sup>

### **Élevage, transport des larves et des juvéniles**

Personnel de la station piscicole de Baldwin-Coaticook

### **Ensemencements**

Sandie Janelle<sup>1</sup>  
Nathalie Vahon<sup>1</sup>

---

<sup>5</sup> Pêches et Océans Canada.

<sup>6</sup> COVABAR : Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu.

### **Entretien de la collection de laitance**

Sandie Janelle<sup>1</sup>

Mélissa Lamoureux<sup>1</sup>

### **Cryopréservation de la laitance**

Nathalie Vachon<sup>1</sup>

Mélissa Lamoureux<sup>1</sup>

Sandie Janelle<sup>1</sup>

Sylvie Normand<sup>1</sup>

### **Vétérinaire**

D<sup>r</sup> Stéphane Lair<sup>7</sup>

### **Saisie et validation de données**

Sandie Janelle<sup>1</sup>

Sylvie Normand<sup>1</sup>

### **Analyses génétiques**

Nathalie Tessier<sup>1</sup>

Lucie Veilleux<sup>1</sup>

### **Personnel ayant apporté un soutien ponctuel dans divers volets des travaux sur le terrain en juin**

Marie-France Julien<sup>1</sup>

Yong Lang<sup>1</sup>

Jocelyn Rolland<sup>1</sup>

Vanessa Poirier<sup>4</sup>

Jean-François Burton<sup>8</sup>

### **Révision du document**

Carolane Riopel-Leduc<sup>9</sup>

---

<sup>7</sup> Université de Montréal.

<sup>8</sup> Travailleur bénévole.

<sup>9</sup> MFFP, Direction de la gestion de la faune de l'Outaouais.

## Avant-propos

Ce rapport constitue le livrable final produit dans le cadre du financement obtenu de Pêches et Océans Canada (MPO) par l'entremise du Programme Espèces en péril 2019-2020 pour l'activité 4.6 « Reproduction artificielle, cryopréservation de la laitance et identification des contaminants prioritaires et de leurs effets potentiels chez les jeunes stades de chevaliers cuivrés ».

Ce document fait également office de livrable dans le cadre du permis de recherche et collecte de l'Agence Parcs Canada n° 39884. Les travaux de reproduction artificielle et de cryopréservation de la laitance du chevalier cuivré ont obtenu un certificat de bons soins aux animaux (CPA-FAUNE 19-08) ainsi qu'une autorisation de distribution de médicament d'urgence (DMU) (2019-29743) de Santé Canada. Les travaux couvrant le volet sur les jeunes stades menés par l'Université McGill ont obtenu un certificat de bons soins aux animaux de leur institution et ont été approuvés par l'Équipe de rétablissement du chevalier cuivré. Les présents travaux ont obtenu un permis du MPO-LEP-QC-19-014 (article 73) pour encadrer la capture accidentelle de bars rayés.

## Résumé

Le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), une espèce menacée en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* (LEMV) du Québec est présent uniquement au Québec. Sa population est soutenue par la reproduction artificielle depuis 2004 dans le but de reconstituer le stock reproducteur. Ce rapport concerne les travaux de reproduction artificielle qui se sont déroulés du 4 juin au 2 juillet 2019 au lieu historique national du Canal-de-Saint-Ours, près de la passe migratoire Vianney-Legendre. Tant les débits que les niveaux de la rivière Richelieu en 2019 étaient supérieurs aux médianes historiques au cours des mois de mai et de juin. En 2019, les conditions hydrologiques ont été très élevées dans le fleuve Saint-Laurent, engendrant ainsi des inondations printanières. Ces conditions hydrologiques ont complexifié la capture de géniteurs par les méthodes habituelles. Exceptionnellement, des efforts de pêche supplémentaires aux filets maillants dans le bassin de Chambly ont dû être déployés pour pallier ces difficultés. En tout, 15 chevaliers cuivrés ont été capturés (aucune recapture) durant la saison 2019, dont 12 mâles et 3 femelles. Ceux-ci proviennent en très grande partie (80 %, n = 12) du bassin de Chambly, alors que les autres ont été interceptés dans le bassin d'entrée de la passe migratoire (B-17). En 2019, des ovocytes ont pu être extraits que chez la première femelle traitée et ceux-ci étaient de très mauvaise qualité. Cette femelle a pu être croisée avec 11 des 12 mâles qui ont été capturés en 2019 (11 familles). Une femelle est morte des suites de son transport, alors que la troisième n'a pas répondu au traitement hormonal et a été remise à l'eau. La laitance de 11 des 12 chevaliers cuivrés manipulés en 2019 a pu être congelée. En raison de la très faible production de chevaliers cuivrés en 2019, aucune larve surnuméraire n'était disponible pour être ensemencée en juillet. Le 1<sup>er</sup> octobre 2019, 96 jeunes chevaliers cuivrés de l'année ont été ensemencés dans la rivière Richelieu en part égale entre les îles de Jeannotte et aux Cerfs en rive gauche. Outre les difficultés associées à la capture en 2019, l'arrivée des géniteurs en groupe et en fin de journée a ajouté à la complexité de leur gestion. Des œufs de chevaliers de rivière et cuivrés ont pu être produits avec succès pour les besoins d'une étude réalisée par une équipe de l'Université McGill sur les effets des contaminants chez les jeunes stades de ces espèces. Par ailleurs, malgré ces difficultés, la capture de 15 nouveaux chevaliers cuivrés en 2019, sans recapture, constitue une nouvelle promesse. Cette nouvelle, combinée à la capture de plus jeunes géniteurs en 2019 et à la capture d'un plus grand nombre de subadultes depuis les quatre dernières années, fournit des indications supplémentaires quant à la reconstitution lente du stock reproducteur du chevalier cuivré. Le suivi du recrutement des jeunes chevaliers dans la rivière Richelieu n'a pas été réalisé en 2019, car des efforts d'échantillonnage ont plutôt été consacrés aux espèces exotiques et envahissantes.

# Table des matières

<b>Équipe de réalisation 2019</b> .....	<b>i</b>
<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>v</b>
<b>Table des matières</b> .....	<b>vi</b>
<b>Liste des figures</b> .....	<b>vii</b>
<b>Listes des tableaux</b> .....	<b>vii</b>
<b>Liste des annexes</b> .....	<b>vii</b>
<b>1. Introduction et mise en contexte</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Méthode</b> .....	<b>3</b>
2.1 Capture des géniteurs.....	3
2.2 Transport des géniteurs.....	3
2.3 Reproduction artificielle.....	4
2.4 Élevage à la station piscicole de Baldwin-Coaticook.....	4
2.5 Fabrication des dilueurs, suivi de la qualité et cryopréservation de la laitance.....	4
2.6 Effets des contaminants sur les jeunes stades.....	5
2.7 Ensemencements.....	5
2.8 Suivi du recrutement-pêche espèce exotique et envahissante.....	6
2.9 Analyses génétiques.....	6
<b>3. Résultats</b> .....	<b>7</b>
3.1 Reproduction artificielle.....	7
3.1.1 Efforts de pêche.....	7
3.1.2 Conditions hydrologiques et thermiques de la rivière Richelieu durant les travaux.....	8
3.1.3 Séquence temporelle et caractéristiques des captures.....	8
3.1.4 Manipulation des géniteurs.....	10
3.1.5 Transport des géniteurs.....	12
3.1.6 Conservation de la laitance à court terme et cryopréservation.....	12
3.1.7 Fécondation, incubation, transport des œufs et élevage.....	13
3.1.8 Travaux d'exposition des jeunes stades.....	15
3.1.9 Autres espèces capturées et observations diverses en juin.....	16
3.2 Ensemencements.....	18
3.3 Pêches aux espèces exotiques et envahissantes.....	18
3.4 Analyses génétiques.....	19
<b>4. Discussion</b> .....	<b>19</b>
<b>5. Conclusion</b> .....	<b>22</b>
<b>Autres collaborations</b> .....	<b>23</b>
<b>Remerciements</b> .....	<b>23</b>
<b>Partenaires</b> .....	<b>24</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>25</b>



**Références** ..... 29

## Liste des figures

Figure 1 : Séquence temporelle et progression des captures (selon le sexe) des 88 chevaliers de rivière dans la rivière Richelieu en juin 2019 (tous secteurs confondus) ..... 9

Figure 2 : Séquence temporelle et progression des captures (selon le sexe) des 15 chevaliers cuivrés dans la rivière Richelieu en juin 2019 (tous secteurs confondus) ..... 9

Figure 3 : Distribution de fréquence de la taille (longueur totale), selon le sexe, des 15 chevaliers cuivrés capturés en juin 2019 ..... 10

## Listes des tableaux

Tableau 1. Répartition des efforts de pêche (heures) pour la capture de chevaliers en juin par l'équipe en 2019 ..... 7

Tableau 2: Liste des espèces recensées par engin dans les différents secteurs de la rivière Richelieu échantillonnés en juin 2019 pour la capture des géniteurs de chevaliers cuivrés et de rivière ..... 17

## Liste des annexes

Annexe 1 : Caractéristiques des engins de pêche utilisés en 2019 ..... 25

Annexe 2 : Profils préliminaires des données du niveau d'eau (m) et du débit ( $m^3/s$ ) de la rivière Richelieu aux stations des rapides de Fryers et à la marina de Saint-Jean-sur-Richelieu d'avril à décembre (trait rouge = valeur de 2019, trait vert = valeur médiane historique, trait gris = valeur maximale historique) ..... 26

Annexe 3 : Profils préliminaires des données du niveau d'eau (m) et du débit ( $m^3/s$ ) du fleuve Saint-Laurent aux stations du lac Saint-Louis (Pointe-Claire) et à Lanoraie d'avril à décembre (trait rouge = valeur de 2019, trait vert = valeur médiane historique, trait gris = valeur maximale historique) ..... 27

Annexe 4 : Températures moyennes quotidiennes ( $^{\circ}C$ ) de l'eau de la rivière Richelieu enregistrées au bief aval du barrage de Saint-Ours, dans le bassin de Chambly ainsi que dans les bassins d'aquaculture installés au barrage de Saint-Ours (thermographe) en 2019 ..... 28

# 1. Introduction et mise en contexte

Il y a 30 ans, le Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada (CSEMDC, aujourd'hui le COSEPAC) désignait le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) comme une espèce menacée au Canada (Mongeau et coll., 1988). En 1999, l'espèce s'est vu attribuer le statut le plus précaire avant la disparition, soit menacé, en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* du Québec (Comité d'intervention, 1995; La Haye et Huot, 1995). 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 est légalement désignée comme telle, depuis 2007, en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* du Canada (LEP). Comme le prévoit le processus de désignation des espèces en situation précaire au Canada, qui recommande une révision des statuts tous les 10 ans, celui du chevalier cuivré a été évalué de nouveau en 2014 par le COSEPAC et est maintenu « en voie de disparition » (COSEPAC, 2014).

En raison de l'extrême rareté et précarité de l'espèce, la population est soutenue par des activités de reproduction artificielle depuis 2004 par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). La reproduction artificielle vise à reconstituer le stock reproducteur de la seule population mondiale de chevaliers cuivrés.

L'objectif de ce rapport est de faire état des différents travaux qui ont eu cours en 2019.

## Objectifs de la reproduction artificielle

L'objectif est de produire annuellement 500 000 larves et 15 000 fretins appartenant à 100 familles<sup>10</sup> dans le but de reconstituer une population de 4 000 individus matures sur 20 ans. Cette action est réalisée en vertu d'un plan de reproduction génétique de la population (Bernatchez, 2004; Lippé et coll., 2006).

Les activités de reproduction artificielle sont des actions jugées hautement prioritaires dans le quatrième plan de rétablissement du chevalier cuivré provincial 2012-2017 (Équipe de rétablissement du chevalier cuivré, 2012) ainsi que dans le premier programme de rétablissement en vertu de la LEP du ministère des Pêches et Océans Canada (MPO, 2012).

Ces travaux concernent deux des cinq objectifs définis 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) :

**OBJECTIF 2 :** *Soutenir la population de chevalier cuivré, grâce à l'ensemencement dans la rivière Richelieu, jusqu'à ce que la reproduction naturelle permette le maintien de la population à long terme.*

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

---

<sup>10</sup> L'ensemble des rejetons issus du croisement d'un mâle et d'une femelle constitue une famille.

## Étude sur les effets des contaminants sur les jeunes stades de chevaliers cuivrés et de rivière

À ces activités, la deuxième année de collaboration s'est poursuivie avec l'Université McGill dans le cadre d'une étude visant à répertorier les contaminants prioritaires et leurs effets potentiels sur les jeunes stades du chevalier cuivré et de rivière (*Moxostoma carinatum*). Comme l'année dernière, le chevalier de rivière a également été utilisé comme une espèce substitut pour réaliser ces travaux. Au Québec, le chevalier de rivière est désigné comme une espèce vulnérable en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* (LRQ, c E-12.01). Au Canada, le statut d'espèce préoccupante a été attribué au chevalier de rivière en vertu de la LEP.

Ces travaux sont directement associés à un autre objectif inscrit dans ces documents de rétablissement :

***OBJECTIF 1 : Améliorer les conditions d'habitat requises pour la réalisation de l'ensemble des étapes du cycle vital afin d'assurer la survie et le rétablissement du chevalier cuivré.***

Cette étude, également financée par le MPO, a été entreprise par D<sup>re</sup> Jessica Head, de l'Université McGill, D<sup>r</sup> Benjamin Barst, chercheur postdoctoral, et un étudiant au doctorat à la même université, en collaboration avec D<sup>re</sup> Magalie Houde, chercheuse à Environnement et Changement climatique Canada, et D<sup>r</sup> Jianguo (Jeff) Xia, assistant professeur à l'Institut de parasitologie au Département des sciences animales de l'Université McGill. Le MFFP assure la manipulation des géniteurs et des gamètes afin de produire des œufs de ces deux espèces aux fins de cette étude, participe étroitement à la planification du projet et offre un soutien logistique et technique pour certains volets des travaux sur le terrain.

## 2. Méthode

### 2.1 Capture des géniteurs

Les pêches pour la capture des géniteurs de chevaliers cuivrés et de rivière sont réalisées au moyen d'un filet maillant (mailles de 5 pouces) placé dans le bassin d'entrée (B-17) de la passe migratoire Vianney-Legendre ainsi que par la manipulation de sa cage de capture (une ou deux levées par jour). Des filets maillants sont également installés au bief aval du barrage de Saint-Ours. Le début des activités de capture a été retardé en 2019 en raison des conditions de haute hydraulité qui prévalaient.

Pour contrer ces difficultés et pour atteindre les objectifs, des efforts de pêche aux filets maillants ont été déployés pour la première fois au bassin de Chambly ( $\approx$  45 km en amont à vol d'oiseau) dès le 4 juin. La durée du transport entre ces deux sites est d'environ 50 minutes. Les pêches en embarcation couvraient les sites les plus propices pour la capture de chevaliers cuivrés en fonction de la connaissance des sites de fraye, de l'observation de sauts et des conditions hydrologiques qui prévalaient. Les filets étaient sous surveillance continue et la durée de pêche, limitée. Les chevaliers cuivrés et de rivière capturés étaient rapidement placés dans une cage de rétention installée à même la rivière dans un endroit abrité avant d'être transportés. Les caractéristiques des engins de pêche sont présentées en détail à l'Annexe 1.

### 2.2 Transport des géniteurs

Le transport des géniteurs à partir de Chambly jusqu'à Saint-Ours a été réalisé par l'équipe de capture. Les géniteurs étaient transportés individuellement dans des glacières, le plus souvent à la fin de la journée. Du sel était ajouté à l'eau qui était oxygénée au départ au moyen d'une bombonne d'oxygène portative. Quelques cruches thermiques remplies d'eau de la rivière accompagnaient les poissons durant le transport afin de permettre un changement d'eau rapidement en cas de besoin. Quelques arrêts devaient être faits en cours de route pour vérifier l'état de santé du poisson et procéder à au moins un changement d'eau durant le transport. La route empruntée devait être celle qui longeait la rivière. En cas de grande détresse d'un géniteur, ce dernier devait être remis dans la rivière Richelieu sans délai. L'équipe de Saint-Ours se tenait prête afin de les prendre en charge rapidement à leur arrivée en les plaçant dans le bac de réveil pour les surveiller pendant une trentaine de minutes avant de les libérer dans les bassins d'aquaculture. Les manipulations étaient réalisées le jour même après quelques heures si le transport avait eu lieu tôt dans la journée. Celles-ci étaient remises au lendemain s'ils arrivaient en fin de journée afin de leur permettre de récupérer et de permettre à l'équipe de travailler selon un horaire aussi raisonnable que possible.

## 2.3 Reproduction artificielle

Les activités ont été réalisées selon les méthodes habituelles décrites dans Vachon (2010)<sup>11</sup> qui comprennent, entre autres, la garde en captivité des géniteurs, l'induction hormonale ainsi que la désinfection des œufs aux iodophores par trempage durant le durcissement (prévention de la septicémie hémorragique virale [SHV]). Comme dans les années précédentes, le suivi de la température de l'eau durant les activités a été assuré par deux thermographes installés dans les bassins de rétention des géniteurs. Les données étaient enregistrées sans interruption toutes les heures. Tel que l'exige Santé Canada depuis 2015, une demande d'autorisation de distribution de médicament d'urgence (DMU<sup>12</sup>) a été soumise à ce ministère et acceptée pour l'usage de l'Ovaprim<sup>MD</sup>. Ce médicament (hormone), non encore homologué pour usage chez le poisson au Canada,<sup>13</sup> est employé pour stimuler la maturation finale des gamètes chez les géniteurs.

Les œufs ont été transportés à la station piscicole de Baldwin-Coaticook (SPBC) par du personnel du Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu (COVABAR) qui était sur appel. Un protocole a été rédigé afin d'encadrer adéquatement et sécuritairement cette étape.

## 2.4 Élevage à la station piscicole de Baldwin-Coaticook

Les œufs ont été incubés dans les bouteilles de Midland. En 2019, des bassins suédois (capacité 1,5 m<sup>3</sup>) adjacents aux étangs extérieurs ont été installés à la station piscicole de Baldwin-Coaticook. Après l'éclosion, les larves ont été mises dans ces bassins pendant trois semaines pour assurer une bonne prise alimentaire durant la transition. Après cette période, les larves ont été transférées dans les étangs extérieurs pour le reste de la saison estivale (Marc-Olivier Roberge, SPBC, communication personnelle).

## 2.5 Fabrication des dilueurs, suivi de la qualité et cryopréservation de la laitance

Trois dilueurs, qui offrent d'excellentes possibilités avec la laitance des chevaliers des deux espèces, tant sur le plan de la préservation au réfrigérateur que pour la cryopréservation, ont été préparés en 2019. Dans tous les cas, une osmolalité d'environ 325 mosmols/kg et un pH d'environ 8,2 à température ambiante étaient recherchés durant leur fabrication. Le RATH (en combinaison avec les tampons Hepes ou Bicine) et le HBSS (tampon Hepes) ont été fabriqués.

Des mesures des courbes de congélation dans les contenants de conservation à sec au LN<sub>2</sub><sup>14</sup> ont été prises à quelques reprises. Les paramètres de qualité de la laitance (taux et durée de motilité, vitesse) sont évalués à chaque prélèvement par une évaluation subjective après activation. Le suivi de la qualité de la laitance conservée dans des dilueurs au réfrigérateur est assuré au quotidien pour chacun des mâles au moyen des

---

<sup>11</sup> En 2019, comme chaque année, la taille des poissons est une longueur totale (LT) mesurée en compressant la nageoire caudale pour obtenir la taille maximale (LT max).

<sup>12</sup> En vertu des articles C.08.010 et C.08.011 du *Règlement sur les aliments et drogues* de Santé Canada. DMU 2019-29743.

<sup>13</sup> L'efficacité, l'innocuité et la qualité de ce médicament n'ont pas été évaluées par la Direction des médicaments vétérinaires.

<sup>14</sup> *Dry-shipper*.

mêmes paramètres et suivant la même méthode. Cette dernière évaluation est complétée par une estimation des taux de gélatinisation, de motilité et de vibration des spermatozoïdes avant l'activation. Ce suivi permet également de procéder à l'oxygénation des flacons qui se doit d'être faite deux fois par jour. Comme depuis 2012, lorsqu'un mâle est coulant (stade 5) à la capture, une faible quantité de laitance est prélevée, avant l'induction, afin de faire une première évaluation des paramètres de base de la qualité de la laitance (le taux et la durée de motilité) et obtenir un échantillon (1 µL) pour évaluer la concentration et la morphologie à l'état naturel (Vachon et coll., 2013, 2019). En 2019, il a été prévu de prendre des mesures supplémentaires du pH et de l'osmolalité de la laitance du chevalier cuivré lorsque cela était possible. Comme l'utilisation de l'osmomètre sur le terrain est difficile, car il est impossible de le stabiliser, l'appareil a été placé dans l'endroit où logeait une partie de l'équipe, à proximité du site.

## 2.6 Effets des contaminants sur les jeunes stades

La capture des géniteurs de chevalier de rivière a été faite à même les efforts déjà planifiés pour le chevalier cuivré. Les chevaliers de rivière ont été reproduits artificiellement suivant des techniques analogues à celles du chevalier cuivré. Comme cela était prévu, un sous-échantillon d'œufs (≈ 1 000) de chaque espèce a été remis à l'Université McGill dans le cadre de cette collaboration.

En 2019, les œufs ont été incubés dans un nouveau système à l'Université McGill, conçu précisément pour cette expérience. Les œufs ont été placés dans des incubateurs (Ziss) à l'intérieur d'une chambre froide. Chaque réplica était composé d'un béccher de 1 L en pyrex contenant un incubateur. Ce dernier contenait 32 embryons de chevalier cuivré ou de rivière. Les œufs ont été exposés à différentes molécules actives de pesticides (atrazine, clothianidine, glyphosate, metolachlore)<sup>15</sup> ainsi qu'à l'extrait provenant des échantillonneurs passifs déployés dans la rivière Richelieu en 2018. En 2019, seuls les œufs de chevaliers cuivrés ont été exposés à l'extrait provenant des échantillonneurs passifs (Marchand et coll., 2019).

À la lumière de l'analyse des résultats de dosage des échantillons d'eau de 2018, quelques modifications ont été apportées au protocole par rapport aux prélèvements d'eau pour 2019. Cette année, des échantillons d'eau ont été collectés quotidiennement à Saint-Ours dans le but d'analyser la concentration de contaminants présents à ce site de fraye. Des échantillons d'eau plus volumineux ont aussi été prélevés le jour suivant une forte pluie (> 10 mm) à Chambly et à Saint-Ours pour éventuellement y exposer, en laboratoire, des poissons zèbres (*Danio rerio*) (Hugo Marchand, Université McGill, communication personnelle).

## 2.7 Ensemencements

En 2019, étant donné la très faible production, aucun ensemencement de larves n'a pu être fait. Les ensemencements de fretins ont eu lieu le 1<sup>er</sup> octobre en embarcation dans la rivière Richelieu, dans le secteur de Saint-Marc. Ces derniers ont été transportés en boudins.

---

<sup>15</sup> Molécules les plus abondantes trouvées dans les échantillons d'eau prélevés en 2018 (Marchand et coll., 2018).

## 2.8 Suivi du recrutement-pêche espèce exotique et envahissante

Le suivi du recrutement des chevaliers, par la capture de jeunes de l'année au moyen de la seine de rivage montréalaise, n'a pas été réalisé en 2019, car des inventaires d'espèces exotiques et envahissantes étaient prévus. Deux journées d'échantillonnage à la seine de rivage ont eu lieu les 23 et 24 septembre dans le cadre de collaborations à des projets ciblés sur la tanche à une douzaine de stations du suivi du recrutement. À l'exception des tanches et des gobies à taches noires, toutes les captures ont été remises à l'eau, sauf en cas de mort.

## 2.9 Analyses génétiques

Ces travaux consistent à classer et à préparer des échantillons, à extraire de l'ADN, à amplifier les 10 microsatellites, à vérifier sur gel d'agarose et à préparer des amplifications pour le séquenceur automatique. Des reprises sont effectuées au besoin. Les échantillons analysés incluent tous les individus capturés au cours des activités du MFFP en 2019 (reproduction artificielle et un individu issu des travaux sur la carpe de roseau). Une description plus détaillée des méthodes est présentée dans Vachon (en préparation).

## 3. Résultats

### 3.1 Reproduction artificielle

#### 3.1.1 Efforts de pêche

Des efforts de capture ont été déployés du 4 juin au 2 juillet pendant 25 jours (Tableau 1). Des interruptions complètes ont eu lieu les 6, 8, 9 et 15 juin. Exceptionnellement, des efforts de pêche supplémentaires aux filets maillants dans le bassin de Chambly (autre frayère connue du chevalier cuivré) ont dû être déployés pour pallier les difficultés de capture avec les techniques et les engins habituels. Lorsque des membres de l'équipe travaillaient en embarcation, 2 à 6 filets étaient installés chaque jour dans l'un ou l'autre des secteurs (bief aval Saint-Ours ou Chambly). À cinq reprises, ces efforts de pêches ont été déployés simultanément dans ces deux secteurs (12, 13, 17, 19 et 26 juin). Parallèlement, le filet maillant dans le B-17 de la passe migratoire était installé et surveillé en continu. Durant cette période, la cage de la passe migratoire était vérifiée deux fois par jour. La cage, située à la sortie de la passe migratoire, a été vérifiée le plus souvent deux fois par jour (parfois seulement une fois) du 10 juin au 2 juillet. À plusieurs occasions, celle-ci n'a été soulevée que partiellement pour y vérifier la présence d'espèces d'intérêt.

Des efforts de pêche (filets maillants de 4 et 5 pouces) par des collègues du MFFP travaillant sur le bar rayé (*Morone saxatilis*) ont également été déployés au bief aval du barrage de Saint-Ours du 13 mai au 14 juin (secteurs situés à proximité de ceux où sont déployés les efforts pour la capture des géniteurs de chevaliers) et n'ont pas contribué à la capture de chevaliers cuivrés (Daniel Hatin, MFFP, communication personnelle).

**Tableau 1.** Répartition des efforts de pêche (heures) pour la capture de chevaliers en juin par l'équipe en 2019

Engin	Période	Effort (heures)	Nombre de chevaliers cuivrés capturés <sup>2</sup>
<b>Filet maillant dans le B-17</b>	14, 17 juin au 2 juillet.	99,8	3 (1 ♀+2 ♂)
<b>Cage de la passe migratoire<sup>1</sup></b>	10 juin au 2 juillet	572,1	0
<b>Filets maillants installés au bief aval de Saint-Ours (embarcation)</b>	12 au 14, 17 au 19, 24, 26, 28 juin	134,6	0
<b>Filets maillants installés au bassin de Chambly (embarcation)</b>	4, 5, 7, 11 au 13, 16 au 23, 25 au 27 juin	421,1	12 (2 ♀+10 ♂)

<sup>1</sup> L'effort, exprimé en heures, représente le nombre d'heures total durant lesquelles la cage était immergée.

<sup>2</sup> La répartition des captures de chevaliers cuivrés selon le sexe est inscrite entre parenthèses : F : ♀, M : ♂.



### 3.1.2 Conditions hydrologiques et thermiques de la rivière Richelieu durant les travaux

Tant les débits que les niveaux de la rivière Richelieu en 2019 (enregistrés respectivement aux rapides de Fryers et à la marina de Saint-Jean-sur-Richelieu) étaient supérieurs aux médianes historiques (période de référence : 1970-2012) au cours des mois de mai et de juin. Ces deux paramètres étaient en baisse en juin. Les débits (rapides de Fryers) ont varié de 990 à 600 m<sup>3</sup>/s, alors que les niveaux d'eau (marina de Saint-Jean-sur-Richelieu) ont varié de 29,90 à 29,45 m. Les débits médians durant cette période de l'année varient généralement de 590 et 360 m<sup>3</sup>/s et les niveaux, de 29,35 et 29,05 m. Ces valeurs, au-delà des médianes historiques, se sont maintenues jusqu'au mois d'août (Annexe 2).

Il est important toutefois de garder à l'esprit que ces mesures sont prises dans un secteur situé en amont du barrage de Chambly et que les niveaux d'eau qui prévalent au pied du barrage de Saint-Ours (principal site de capture des géniteurs) sont influencés par ceux du fleuve. En 2019, les conditions hydrologiques ont été très élevées dans le fleuve Saint-Laurent, provoquant ainsi des inondations. Globalement, les niveaux du fleuve Saint-Laurent, mesurés au lac Saint-Louis (Pointe-Claire) et à Lanoraie ont été supérieurs aux médianes historiques durant toute la saison. À ces deux endroits, les niveaux étaient même supérieurs aux maxima historiques en juin. Durant cette même période, les débits mesurés à Lasalle étaient, la plupart du temps, légèrement supérieurs sinon très près des maxima historiques (Annexe 3).

La température moyenne quotidienne de l'eau de la rivière Richelieu, calculée à partir des données enregistrées toutes les heures par le thermographe n° 29 installé dans un bassin d'aquaculture, a varié de 13,3 à 20,6 °C du 4 juin au 2 juillet 2019 (moyenne de 17,85 ± 2,09 °C) (Annexe 4).

### 3.1.3 Séquence temporelle et caractéristiques des captures

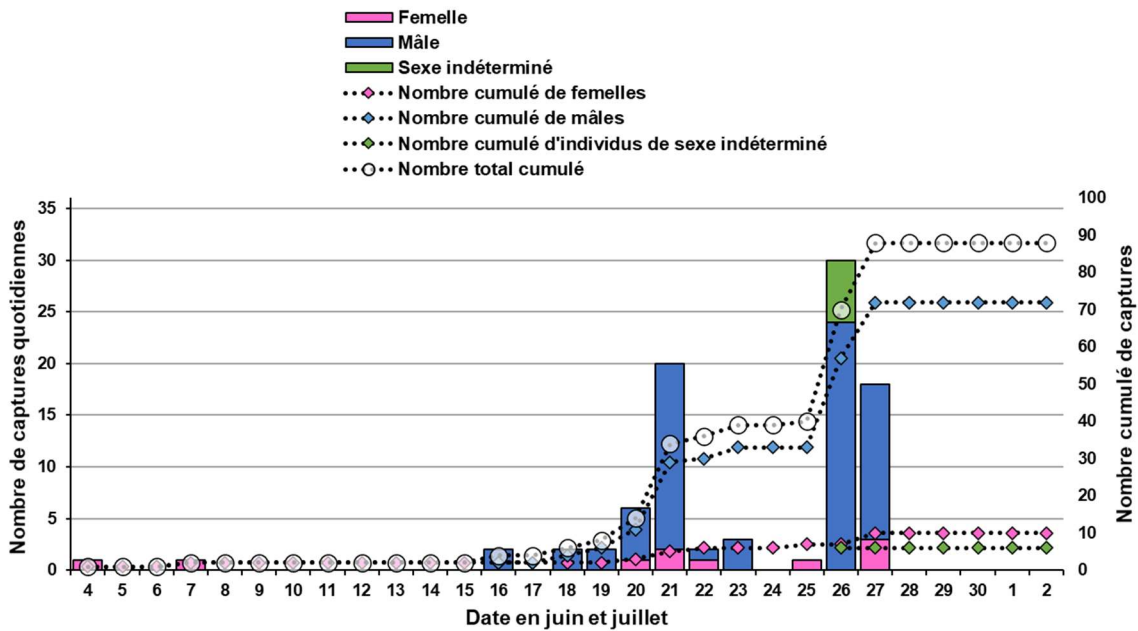
#### Chevalier de rivière

Les travaux sur le terrain pour capturer les chevaliers de rivière ont débuté dès le début du mois de juin et les captures se sont étalées du 4 au 27 juin (Figure 1). En 2019, 88 chevaliers de rivière ont été capturés, dont 10 femelles (11 %), 72 mâles (82 %) et six de sexe indéterminé (7 %). Parmi ces derniers figurent à la fois des individus immatures et de stade 6 (postfraye). L'étendue de la taille (longueur totale) des femelles était de 503 mm ≤ LT ≤ 684 mm, de 496 mm ≤ LT ≤ 697 mm chez les mâles et la taille des individus de sexe indéterminé variait de 472 à 601 mm. Durant toute la saison, seulement deux chevaliers de rivière ont été capturés dans le B-17 (1 femelle et 1 de sexe indéterminé), une femelle a été trouvée dans la cage de la passe migratoire, alors que tous les autres ont été capturés dans le bassin de Chambly. De ces derniers, une femelle a été capturée à la pêche sportive le 4 juin et a été remise à l'équipe du Ministère.

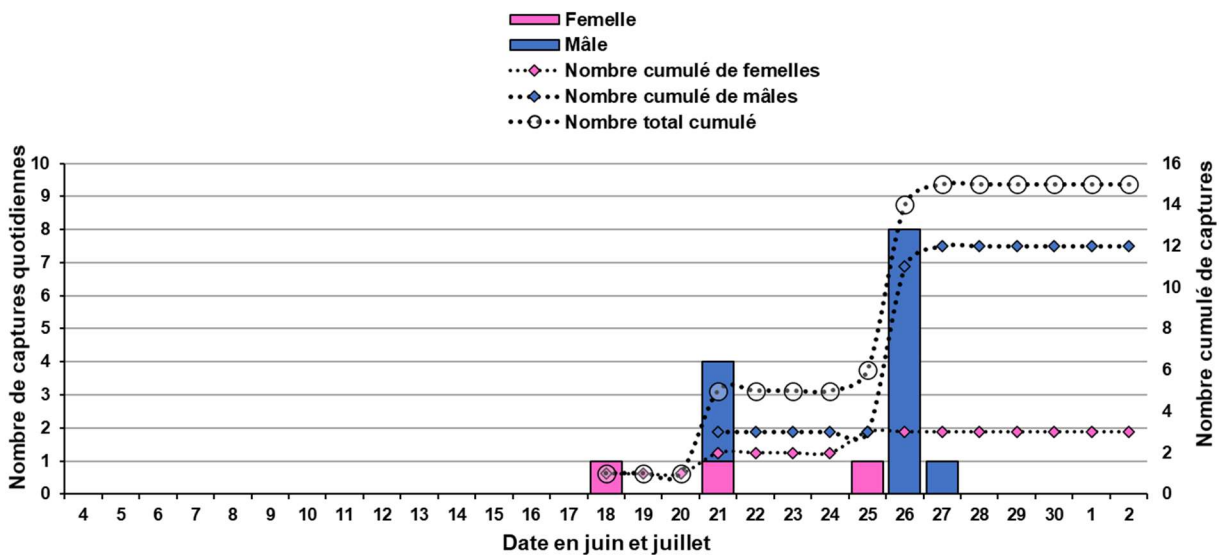
#### Chevalier cuivré

En tout, 15 chevaliers cuivrés ont été capturés durant la saison 2019, dont 12 mâles et 3 femelles. Ceux-ci ont été capturés en très grande partie (80 %, n = 12) au bassin de Chambly, alors que les autres (n = 3) ont été interceptés dans le bassin d'entrée de la passe migratoire (B-17).

La première capture de chevalier cuivré est survenue à Chambly, le 18 juin (une femelle) et les captures se sont étalées jusqu'au 27 juin. Les premiers mâles ont été capturés le 21 juin. Les prises ont culminé le 26 juin avec la capture de 8 mâles dans le bassin de Chambly (Figure 2).

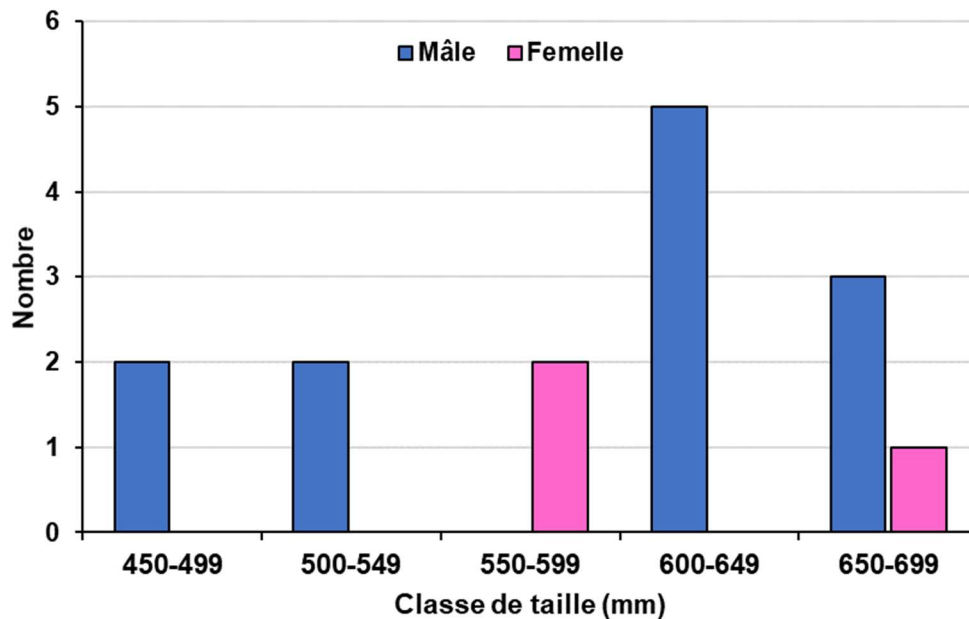


**Figure 1 :** Séquence temporelle et progression des captures (selon le sexe) des 88 chevaliers de rivière dans la rivière Richelieu en juin 2019 (tous secteurs confondus)



**Figure 2 :** Séquence temporelle et progression des captures (selon le sexe) des 15 chevaliers cuivrés dans la rivière Richelieu en juin 2019 (tous secteurs confondus)

Tous les individus trouvés en 2019 étaient nouveaux (ne portaient pas de micropuce). Deux des femelles avaient une taille (LT) inférieure à 600 mm, soit 592 et 593 mm, alors que la troisième mesurait 675 mm. Parmi les 12 mâles, 4 étaient très jeunes ( $492 \text{ mm} \leq \text{LT} \leq 515 \text{ mm}$ ), alors que les autres étaient plus âgés ( $601 \text{ mm} \leq \text{LT} \leq 681 \text{ mm}$ ) (Figure 3).



**Figure 3 :** Distribution de fréquence de la taille (longueur totale), selon le sexe, des 15 chevaliers cuivrés capturés en juin 2019

### 3.1.4 Manipulation des géniteurs

#### Chevalier de rivière

Les chevaliers de rivière répondent au traitement hormonal de façon assez analogue au chevalier cuivré. Il est cependant toujours plus difficile d'évaluer le stade de maturité des femelles ainsi que l'évolution de la maturation des gonades par la même méthode que celle développée pour le chevalier cuivré (palpation abdominale et observation du pore urogénital).

Deux femelles ont été capturées les 4 et 7 juin. Celles-ci ont été traitées aux hormones le 8 juin, soit 24 et 96 heures après leur capture. Ces deux premières femelles manipulées ont reçu deux doses d'hormone (Ovaprim<sup>MD</sup>), conformément au schéma d'induction, et étaient pleinement matures 4 à 5 jours après la deuxième dose d'hormone. Elles ont été remises à l'eau les 12 et 13 juin, car aucun mâle n'a pu être capturé avant le 16 juin (Figure 1). Trois autres femelles et six mâles ont été préparés pour la deuxième tentative. Trois des six mâles ont été traités aux hormones une seule fois; les autres ont été conservés en captivité par précaution en cas de difficultés. Des prélèvements de laitance ont pu être faits chez les trois mâles qui n'avaient jamais été induits, et ce, trois à six jours après la capture.

La production d'œufs pour les besoins de la recherche de l'Université McGill a été réalisée le 23 juin à partir des gamètes d'un mâle capturé au bassin de Chambly le 19 juin et de celles d'une femelle trouvée au même endroit le 21 juin. Une seule dose d'hormone a été nécessaire pour permettre l'extraction des ovocytes. Une deuxième fraye de chevalier de rivière a été réalisée le 25 juin afin de produire quelques œufs pour permettre un premier essai d'élevage de cette espèce à la station piscicole de Baldwin-Coaticook. Cette fraye, qui n'était pas prévue au départ, a été faite à partir de trois géniteurs (1 ♀ + 2 ♂) maintenus en captivité et pour lesquels il avait été jugé possible d'obtenir des résultats malgré le fait que les schémas d'induction n'étaient pas optimaux. La laitance, qui a pu être prélevée cette journée, provenait d'un mâle qui était en captivité depuis six jours et qui n'avait reçu aucun traitement hormonal. La femelle utilisée pour cette fraye avait été capturée et avait reçu un traitement hormonal le 21 juin. Elle n'avait cependant pas reçu une deuxième dose le 23 juin comme il se devait. En tout, 11 chevaliers de rivière ont été manipulés par l'équipe sur le terrain. Les femelles ont été gardées en captivité de 2 à 9 jours et les mâles, de 4 à 7 jours.

### **Chevalier cuivré**

En l'absence de mâles et en raison de la saison tardive de reproduction, le premier chevalier cuivré a été traité à l'Ovaprim<sup>MD</sup> le 21 juin. Il s'agissait d'une jeune femelle (LT = 593 mm) capturée au bassin de Chambly le 18 juin. La maturation des gonades de cette femelle a été très lente. Celle-ci a finalement libéré 200 ml d'ovocytes le 28 juin. Dès le prélèvement, il était évident que ses ovocytes n'étaient pas de qualité optimale (petite taille et pâles). Même si cette femelle n'avait pas complètement frayé, considérant nos observations ainsi que la durée de sa garde en captivité, elle a été remise à l'eau. Cette femelle a été vigoureuse durant l'ensemble de la période de garde en captivité ainsi qu'au moment de la remise à l'eau.

La deuxième femelle, plus âgée (LT = 675 mm), a également été capturée à Chambly. Comme la précédente, elle a été transportée à Saint-Ours. Toutefois, bien qu'elle fût en très bonne condition à son départ de Chambly, elle démontrait des signes de grande détresse à son arrivée (léthargie, peu de tonus musculaire, mouvements operculaires lents et incapacité à se maintenir en position par elle-même). Comme cela a été le cas durant le transport de poissons à partir de Chambly, cette femelle a été surveillée et accompagnée pour récupérer plus longtemps que les autres dans le bac de réveil et démontrait de très légers signes d'amélioration. Celle-ci a par la suite été transférée dans le bassin d'aquaculture sans subir aucune manipulation afin de lui laisser un temps de repos. Malgré toute l'attention qui lui a été portée, cette femelle a été trouvée morte dans le bassin d'aquaculture le lendemain au moment où l'équipe souhaitait la capturer pour la manipuler.

La troisième femelle, également jeune (LT = 592 mm), a été capturée dans le B-17 le 25 juin. Celle-ci a été traitée aux hormones pour la première fois le jour même. Comme chez la première, la maturation de ses gonades a été très lente et plus ou moins typique. Un ramollissement léger de l'abdomen a été observé, mais très peu de changements de l'aspect de son pore uro-génital ont pu être observés. Une première tentative de fraye a été effectuée le 30 juin sans donner de résultats (aucun ovocyte n'a été extrait). Au deuxième essai de fraye (2 juillet), des ovocytes liquéfiés ont été expulsés. Cette femelle a été vigoureuse durant toute la durée de sa garde en captivité.

Deux des trois mâles capturés le 21 juin à Chambly ont été manipulés le jour même après des périodes de récupération de 2,5 et de 3,5 heures. Le plus jeune (LT = 492 mm) n'a

laissé échapper que quelques gouttes de laitance au cours de la première manipulation, alors que 7 ml ont pu être prélevés chez le deuxième qui mesurait 656 mm (LT). Le troisième capturé à cette date (LT = 637 mm) est arrivé plus tard dans la journée et, comme il était plus amorphe, il a été placé dans le bassin d'aquaculture pour récupérer du transport après avoir été surveillé dans le bassin de réveil. Un échantillon de laitance a pu être prélevé chez ce mâle dès la première manipulation qui a eu lieu le 23 juin (deux jours après sa capture).

Huit chevaliers cuivrés mâles ont été capturés le 26 juin, dont deux très jeunes (LT = 497 et 515 mm) dans le filet installé dans le B-17. Ces derniers ont été manipulés le jour même et un échantillon de laitance a pu être prélevé dès le premier jour. Dans le cas de l'individu de 515 mm, des cellules immatures ont été observées dans le cadre du premier examen de la qualité de la laitance. Les six autres mâles sont arrivés de Chambly vers 19 h 15 et ont été surveillés dans le bassin de réveil avant d'être placés dans les bassins d'aquaculture pour être manipulés le lendemain. Tous étaient spermiant le lendemain sauf un individu de 639 mm. Chez ce dernier, 48 heures ont été requises après le traitement hormonal pour obtenir une réponse. Le dernier mâle a été capturé à Chambly le 27 juin et était spermiant lors de la première manipulation qui a eu lieu le lendemain.

### 3.1.5 Transport des géniteurs

Dans l'ensemble, les transports se sont bien déroulés avec les moyens dont disposait l'équipe. Chez certains individus, tant des chevaliers cuivrés que de rivière, des signes de stress ont parfois été observés, notamment chez les spécimens de plus grande taille (plus âgés). Ceux-ci ont en général récupéré rapidement en bac de réveil, à l'exception du chevalier cuivré femelle de plus grande taille dont la maturation était relativement avancée au moment de la capture. Celle-ci démontrait des signes graves de détresse : mouvements operculaires très lents et incapacité de se tenir en équilibre dans le bac de réveil. Malgré une surveillance prolongée avant de la mettre dans un bassin d'aquaculture, celle-ci a été trouvée morte le lendemain. Le transport lui a été fatal.

### 3.1.6 Conservation de la laitance à court terme et cryopréservation

Les trois dilueurs fabriqués en 2019 ont été utilisés chez les deux espèces pour la conservation au réfrigérateur, et les échantillons ont été suivis quotidiennement. Des dilueurs fabriqués en 2018 et qui n'avaient pas été utilisés l'année dernière ont également été employés en 2019. Il s'agissait des mêmes types de dilueurs fabriqués durant les années précédentes, soit deux solutions de RATH fabriquées à base de tampons Bicine et Hepes et une solution de HBSS à base du tampon Hepes. Les valeurs des pH mesurées dans la laitance fraîche de 11 chevaliers cuivrés en 2019 variaient de 7,95 à 8,66, moyenne de  $8,30 \pm 0,20$  (19 lectures réalisées à des températures variant de 2,2 °C à 5,7 °C). Il n'a pas été possible de prendre des mesures supplémentaires d'osmolalité, car les échantillons conservés pour être analysés après avoir effectué l'ensemble des prélèvements ne pouvaient être traités en raison de leur gélatinisation. L'évaluation de ce paramètre sur le terrain requiert une analyse le plus rapidement possible après le prélèvement.

Le mâle de plus petite taille (LT = 492 mm) a été capturé à Chambly le 21 juin 2019 et a été conservé en captivité pendant quatre jours seulement. Cet individu présentait déjà de petits tubercules nuptiaux sur les nageoires anale et caudale ainsi que sur le museau. Dès sa capture, quelques gouttes de laitance ont pu être observées sans toutefois en

obtenir suffisamment pour évaluer sa qualité. Cet individu a reçu une première injection d'hormone le jour de sa capture. Deux jours plus tard (23 juin), il a été possible de récolter 3 ml de laitance (taux de motilité de 50 % pendant 8 secondes à vitesse moyenne). Sa contribution à la reproduction artificielle en 2019 est jugée incertaine. La deuxième tentative de prélèvement n'ayant pas été fructueuse le 25 juin, et considérant qu'il s'agissait d'un très jeune spécimen, il a été décidé de le remettre à l'eau le 25 juin. L'échantillon prélevé le 23 juin a été conservé dans un dilueur au réfrigérateur et a été utilisé avec un nombre très limité d'ovocytes récoltés chez une femelle le 28 juin.

La laitance de 11 des 12 chevaliers cuivrés manipulés en 2019 a pu être congelée. Les six séances de congélation ont été réalisées du 23 juin au 1<sup>er</sup> juillet. La laitance de chacun de ces mâles a, le plus souvent, été congelée en trois ou quatre traitements dans les deux formats de paillettes. Chez deux individus seulement, il a été possible de procéder à des congélations en six traitements (également dans les deux formats de paillettes). Les traitements étaient les mêmes que ceux de 2018 effectués à partir des dilueurs fabriqués en laboratoire en 2018 et en 2019, combinés avec le méthanol 11 % ou le DMSO 10 %. Comme l'année dernière, des paillettes de 0,5 ml et de 1,2 ml ont été congelées dans les traitements suivants : T2 et T9 (à base de RATH-Bicine), T3 et T5 (à base de RATH-Hepes), T22 et T23 (à base de HBSS-Hepes).

Tous les traitements de congélation de 2019 ont donné des résultats de motilité postcongélation positifs. Les taux de motilité postcongélation (évalués en avril 2021) dans les paillettes préparées en 2019 variaient de 1 à 40 % et la durée de motilité, de 2 à 7 secondes (tous formats de paillettes, traitements, date de congélation et mâles confondus). Il est important de mentionner que ces résultats sont présentés ici à titre indicatif et ne peuvent être directement comparés à ceux présentés pour les échantillons de 2018 dans Vachon (2021b), car les travaux de laboratoire n'ont pas été réalisés par le même examinateur.

Les trois meilleurs traitements de congélation en 2019 ont été le T3 (RATH-H en combinaison avec le méthanol 11 %) : motilité de 30 à 40 % pendant 7 secondes, le T22 (HBSS-H en combinaison avec le méthanol 11 %) : 30 % de motilité pendant 7 secondes et le T2 (RATH-Bi en combinaison avec le méthanol 11 %) : motilité de 30 % pendant 6 à 7 secondes.

En 2019, quelque 500 paillettes de 0,5 ml et environ 245 de 1,2 ml ont été congelées. Aucune paillette préparée dans les années antérieures n'a été décongelée sur le terrain en 2019 pour procéder à des fécondations, car les conditions n'étaient pas réunies. Des comparaisons interannuelles des résultats obtenus depuis 2012 sont en cours.

### 3.1.7 Fécondation, incubation, transport des œufs et élevage

#### Production des œufs et croisements

Les œufs pour les besoins de l'étude de l'Université McGill ont été produits le 23 juin (chevalier de rivière : lot 1) et le 28 juin (chevalier cuivré). Dans les deux cas, comme en 2018, les sous-échantillons d'œufs ont été fécondés avec la laitance d'un seul mâle et n'ont pas été soumis à la désinfection à l'Ovadine. Contrairement à l'année dernière, en 2019, les œufs ont été transportés à l'Université McGill, selon le même protocole que celui appliqué pour le chevalier cuivré (transport vers la SPBC) pour y être incubés.



Étant donné la faible quantité et la mauvaise qualité des ovocytes extraits de la première femelle de chevalier cuivré, seules des fécondations au moyen de laitance conservée dans des dilueurs (au réfrigérateur) ont été effectuées. Cette femelle a pu être croisée avec 11 des 12 mâles qui ont été capturés en 2019 (11 familles). Il est important de noter que, dès leur extraction, la mauvaise qualité des ovocytes libérés par cette femelle était visuellement perceptible en raison de leur petite taille et de leur couleur. Dans ces circonstances, des lots d'ovocytes de plus petite taille ont été fécondés avec les échantillons de laitance qui étaient les plus limitants sur le plan de la qualité (taux de motilité) afin de maximiser la fécondation (diversité). Ainsi, s'il existe des survivants de tous ces croisements, c'est 11 familles de chevaliers cuivrés qui ont été produites en 2019 sur un potentiel théorique de 12. Les œufs ont été transportés à la station piscicole de Baldwin-Coaticook par le COVABAR.

Enfin, bien que cela ne fût pas prévu au départ, des œufs de chevalier de rivière ont été produits le 25 juin (lot 2) aux fins d'une expérimentation d'élevage à la station piscicole de Baldwin-Coaticook. Ceux-ci ont été désinfectés et transportés selon le protocole habituel. Ces œufs (lot 2) ne sont pas issus des mêmes géniteurs que ceux produits deux jours avant pour l'Université McGill (lot 1), et ces géniteurs n'avaient pas reçu le traitement hormonal complet.

### Taux de fécondation et incubation

Un taux de fécondation de 95 % a été évalué dans le sous-échantillon d'œufs de chevalier de rivière (lot 1) produit pour les besoins de l'Université McGill. Le taux de survie des larves, évalué dans le groupe témoin aux termes de l'expérience, a été de 90 % (Hugo Marchand, doctorant à l'Université McGill, communication personnelle). Les œufs surnuméraires de chevaliers de rivière produits le 23 juin ont été ensemencés dans la rivière Richelieu du côté de l'île Darvard, dans une zone propice à leur développement.

L'incubation des œufs de chevaliers de rivière à l'Université McGill a été une réussite comme en 2018 avec un taux de survie dans le groupe témoin évalué à 94 %, 14 jours après la fertilisation. Brièvement, d'après les travaux réalisés cette année, les contaminants testés n'ont eu aucun effet négatif sur la survie, sur le taux de malformation ou sur le moment d'éclosion des chevaliers de rivière en 2019 (Marchand et coll., 2019).

Un taux de fécondation similaire (96 %) a été estimé par le personnel de la station piscicole de Baldwin Coaticook dans le sous-échantillon d'œufs de chevalier de rivière produits le 25 juin (lot 2). Dans ce cas, tous les œufs ont été envoyés à la station piscicole. Le nombre d'œufs produits a été estimé à quelque 31 750. Ceux-ci ont été incubés selon les mêmes techniques que celles employées pour le chevalier cuivré. Les 220 larves survivantes (taux de survie œufs-larves de 0,69 %) ont été transférées dans un bassin suédois placé à l'extérieur pour quelques semaines afin d'assurer les meilleures conditions pour une première prise alimentaire avant d'être transférées dans un étang le 5 août. Dès le premier examen, ces œufs semblaient plus fragiles et la prévalence de développement embryonnaire anormal semblait élevée et a été confirmée par le très faible taux de survie. Au moment de la mise en étang des chevaliers de rivière, seulement 141 individus avaient survécu (taux de survie en bassin extérieur de 64,1 %) (Marc-Olivier Roberge, SPBC, communication personnelle).

Dans le cas des chevaliers cuivrés produits le 28 juin, l'estimation du taux de fécondation par le personnel de la station piscicole (93,7 %) est relativement comparable à celle faite par le personnel de l'Université McGill (88 %) dans le sous-échantillon qui leur a été fourni. Dans ce dernier cas, le taux de malformation a été évalué à 12 % dans le cadre de cet

examen. Le nombre d'œufs produits est estimé à quelque 43 200. Comme pour le chevalier de rivière, les larves ont séjourné quelques semaines en bassin suédois extérieur. Des 270 larves mises en bassin, 101 ont survécu (taux de survie en bassin extérieur de 37,4 %). Ces larves ont été placées dans un étang extérieur à la SPBC le 5 août. Globalement, le taux de survie œufs-larves a été de 0,23 % en 2019. Dans les deux cas, les observations faites à la SPBC et à l'Université McGill durant le développement embryonnaire et larvaire chez le chevalier cuivré en 2019 sont comparables : les œufs et les larves étaient nettement de plus petite taille par rapport à ce qui est observé habituellement et par rapport à ceux du chevalier de rivière, la prévalence des malformations létales très élevée et vraisemblablement sous-estimée au moment de l'examen initial. Le taux de survie des larves de chevalier cuivré, évalué dans le groupe témoin aux termes de l'expérience à l'Université McGill, a été de 10 % (Hugo Marchand et Marc-Olivier Roberge, communications personnelles).

Considérant la faible production de 2019, aucun élevage intensif (intérieur) de jeunes de l'année n'a été pratiqué en 2019. Seulement deux étangs ont été mis en charge, soit un avec les chevaliers cuivrés et l'autre avec les chevaliers de rivière. Les larves ont été placées dans un étang le 5 août, soit un peu plus tardivement par rapport aux années antérieures, car ces dernières ont été conservées dans les bassins suédois jusqu'à trois semaines (Marc-Olivier Roberge, communication personnelle).

Lors de la vidange de l'étang des chevaliers cuivrés à l'automne 2019, 96 jeunes produits en 2019 avaient survécu. Le taux de survie en étang (larve/juvénile) a donc été de 95 %. La croissance des jeunes chevaliers cuivrés dans les étangs en 2019 se classe au deuxième rang depuis le début des élevages. La taille moyenne (LT) et le poids moyen des jeunes chevaliers cuivrés produits et ensemencés en 2019 étaient respectivement de  $55,1 \pm 2,9$  mm et de  $1,73 \pm 0,28$  g. Lors de la vidange à l'automne, un chevalier cuivré ayant passé deux étés en étang, a été retrouvé. Celui-ci mesurait environ 200 mm et pesait environ 94 g (Marc-Olivier Roberge, SPBC, communication personnelle). Par ailleurs, durant la préparation des étangs au printemps pour recevoir la production de 2019, 64 chevaliers cuivrés d'âge 1+ avaient aussi été découverts, leur taille (longueur totale) variant de 50 à 100 mm. La survie de jeunes chevaliers cuivrés au-delà d'une année dans les étangs a déjà été observée dans le passé, notamment en 2009, 2013, 2014 et 2018. Contrairement aux années antérieures, en 2019, ces survivants n'ont pas été remis à l'eau dans la rivière Richelieu, mais ont plutôt été conservés en bassin intérieur à la SPBC pendant l'été. Durant la première semaine de septembre, ceux-ci (63 survivants) ont été remis dans un étang extérieur pour y passer l'hiver. La longueur totale moyenne de ces individus le 9 septembre était  $74,0 \pm 18,8$  mm et le poids moyen, de  $5,60 \pm 4,91$  g (Marc-Olivier Roberge, SPBC, communication personnelle). Les jeunes chevaliers de rivière produits et envoyés à la SPBC en 2019 ont été élevés en étang et y demeureront jusqu'au printemps prochain.

### 3.1.8 Travaux d'exposition des jeunes stades

La deuxième année de cette collaboration avec l'Université McGill s'est déroulée en 2019. Bien que des œufs des deux espèces aient pu être produits, les expositions avec ceux du chevalier cuivré ne sont pas considérées comme concluantes étant donné la faible qualité des œufs, des larves et le faible taux de survie observé en fonction des traitements. En effet, même si tous les traitements ont pu être appliqués au chevalier cuivré en 2019, aucune conclusion ne peut en être tirée, puisque les taux de survie ont été très faibles pour tous les traitements, y compris pour le témoin. Le dosage des contaminants dans les



échantillons d'eau est en cours (Hugo Marchand, Université McGill, communication personnelle).

### 3.1.9 Autres espèces capturées et observations diverses en juin

#### Généralités

Trente-quatre espèces (14 familles) ont été recensées dans les engins de pêche en juin 2019, dont 31 dans le secteur aval du barrage de Saint-Ours et 17 en amont, soit dans le secteur du bassin de Chambly. Outre les chevaliers cuivrés et de rivière, des spécimens de plusieurs autres espèces en situation précaire ont été capturés par les divers engins de pêche, soit l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*), le bar rayé (*Morone saxatilis*) et l'alose savoureuse (*Alosa sapidissima*). Cette dernière espèce n'a été capturée que dans le secteur du bassin de Chambly. Deux fouille-roche gris (*Percina copelandi*)<sup>16</sup> ont été trouvés dans la cage de la passe migratoire les 13 et 18 juin. Il s'agit de la première mention de cette espèce, désignée vulnérable en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérable* du Québec, dans la passe migratoire Vianney-Legendre. Un éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*), espèce moins fréquemment trouvée, a également été recensé dans la cage le 10 juin (Tableau 2). Enfin, aucune carpe de roseau ou autres espèces de carpes asiatiques n'a été capturée ou observée dans les engins ou la fenêtre durant toute la période des travaux.

La diversité spécifique ne peut être comparée entre les secteurs, car la cage permet de capturer les espèces de plus petite taille, contrairement aux filets maillants. De plus, des comparaisons interannuelles de la diversité spécifique et de l'abondance des espèces de plus petite taille dans le cadre de ce projet ne peuvent être établies, puisque le degré d'identification et de dénombrement de ces espèces (notamment des Cyprinidés) dépend de la disponibilité de l'équipe et dépasse les objectifs de ces travaux. Les comparaisons doivent se limiter aux espèces pour lesquelles les données sont complètes, en l'occurrence celles de plus grande taille, les espèces en situation précaire, les espèces exotiques ou celles les moins fréquemment observées. Il est également important de tenir compte que les efforts sont orientés précisément sur la capture des géniteurs de chevaliers cuivrés et de rivière avec les engins aussi sélectifs que possible.

En 2019, seulement trois chevaliers ont été capturés dans la cage (un chevalier blanc, un rouge et un de rivière). Les captures d'individus du genre *Moxostoma* n'ont guère été plus fructueuses dans le B-17 : deux chevaliers de rivière et trois chevaliers cuivrés. Les pêches effectuées dans le secteur amont (bassin de Chambly) ont été nettement plus productives. En effet, puisque les efforts de pêche étaient ciblés vers leur capture, 194 chevaliers (toutes espèces) y ont été capturés.

En ce qui concerne les autres espèces de plus grande taille (voir plus haut), l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*) et l'esturgeon jaune représentent les deux espèces les plus abondantes trouvées dans la cage avec, respectivement, 15 et 14 captures. Seulement 84 poissons ont pu être capturés dans le bassin d'entrée de la passe migratoire (B-17) en 2019, dont 34 esturgeons jaunes (40 %) et 27 tanches (32 %). Enfin, seulement 13 poissons ont pu être capturés au bief aval du barrage de Saint-Ours, dont aucun représentant de la famille des Catostomidés.

---

<sup>16</sup> Identifiés par Marc-Antoine Couillard, MFFP.

**Tableau 2 :** Liste des espèces recensées par engin dans les différents secteurs de la rivière Richelieu échantillonnés en juin 2019 pour la capture des géniteurs de chevaliers cuivrés et de rivière

SECTEURS		Saint-Ours / Saint-Roch			Amont (secteur bassin de Chambly)	
Familles	Espèces	Cage passe migratoire	Filet maillant passe migratoire (B-17)	Filet maillant bief aval	Filet maillant	Pêche sportive
Acipenseridae	Esturgeon jaune	X	X	X	X	
Amiidae	Poisson-castor	X			X	
Atherinopsidae	Crayon d'argent	X				
Catostomidae	Meunier noir	X			X	
	Couette		X		X	
	Chevalier blanc	X			X	
	Chevalier de rivière	X	X		X	X
	Chevalier cuivré		X		X	
	Chevalier rouge	X			X	
	Chevalier <i>sp.</i>				X	
Centrarchidae	Crapet de roche	X				
	Achigan à petite bouche	X	X		X	
	Marigane noire	X				
Clupeidae	Alose savoureuse				X	
Cyprinidae	Cyprins <i>sp.</i>	X				
	Méné bleu	X				
	Méné d'argent	X				
	Queue à tache noire	X				
	Méné paille ou pâle	5				
	Ventre-pourri	X				
	Tête-de-boule	X				
	Mulet à cornes	X				
	Tanche	X	X		X	
Esocidae	Grand brochet	X		X	X	
Ictaluridae	Barbotte brune	X				
	Barbue de rivière	X	X	X	X	
Lepisosteidae	Lépisosté osseux	X	X		X	
Moronidae	Bar rayé	X	X	X	X	
Osmeridae	Éperlan arc-en-ciel	X				
Percidae	Fouille-roche zébré	X				
	Fouille-roche gris	X				
	Perchaude	X	X			
	Doré jaune	X			X	
Petromyzontidae	Lamproie argentée	X				
	Lamproie <i>sp.</i>	X	X			
<b>Nombre d'espèces</b>		<b>30</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>1</b>

## Observations sur quelques autres espèces

### Alose savoureuse

Les tailles (longueur totale) des huit aloses savoureuses capturées à Chambly variaient de 534 à 614 mm. Celles-ci ont été capturées du 11 au 21 juin, dont quatre le 16 juin alors que la température de l'eau a varié de 15,4 °C à 18,4 °C. Une seule alose savoureuse est morte dans les engins de pêche.

### Bar rayé

En tout, 14 bars rayés ont été capturés durant les travaux, dont huit dans les filets installés au bassin de Chambly les 5 juin (n = 4), 12 juin (n = 3) et 16 juin (n = 1). La taille (LT) des individus capturés à Chambly variait de 533 mm à 728 mm. Six de ces huit individus étaient des mâles de stade 5. Les deux autres n'ont pas été sexés.

Dans le secteur aval du barrage de Saint-Ours, six bars rayés ont été capturés, dont trois le 14 juin dans les filets installés au bief aval du barrage de Saint-Ours. Les individus sont tous des mâles de stade 5 dont les tailles (LT) variaient de 560 à 652 mm. Les deux plus petits bars rayés (LT = 481 et 479 mm) ont été capturés dans la cage de la passe migratoire le 23 juin. L'un d'eux était un mâle. Le sexe et le stade du plus petit n'ont pu être déterminés. Enfin, un dernier bar rayé, un mâle de stade 6, a été capturé dans le bassin d'entrée de la passe migratoire (B-17) le 25 juin. Trois bars rayés sont morts dans les engins de capture déployés dans le cadre de ce projet en 2019.

### Tanche

En tout, 44 tanches ont été capturées au cours de ces activités : 27 au bief aval du barrage de Saint-Ours, 4 dans la cage de la passe migratoire et 13 dans le bassin de Chambly. La taille (LT) de ces individus variait de 350 à 570 mm. Parmi celles-ci, il y avait 22 mâles, 14 femelles et 8 dont le sexe n'a pas été déterminé. Ces tanches ont servi à plusieurs projets de recherches.

## 3.2 Ensemencements

En raison de la très faible production de chevaliers cuivrés en 2019, aucune larve surnuméraire n'était disponible pour être ensemencée en juillet. Le 1<sup>er</sup> octobre 2019, 96 jeunes chevaliers cuivrés de l'année (11 familles produites en 2019) ont été ensemencés dans la rivière Richelieu en part égale entre les îles de Jeannotte et aux Cerfs en rive gauche (sites 7A et 7B). La température de l'eau de la rivière Richelieu était de 16,3 °C. Tous les individus étaient normaux, à l'exception d'un qui présentait une scoliose. La taille des jeunes chevaliers cuivrés de l'année ensemencés en 2019 est présentée à la section 3.1.7. Les chevaliers de rivière produits en 2019 ainsi que les chevaliers cuivrés 1+ trouvés dans les étangs ont été conservés à la station piscicole.

## 3.3 Pêches aux espèces exotiques et envahissantes

Le suivi du recrutement des jeunes chevaliers dans la rivière Richelieu n'a pas été réalisé en 2019. Deux journées d'échantillonnage à la seine de rivage ont été faites les 23 et 24 septembre dans le cadre de collaborations à des projets ciblés sur la tanche à une

douzaine de stations du suivi du recrutement. Aucun chevalier cuivré n'a été capturé au cours de ces travaux.

### 3.4 Analyses génétiques

Tous les tissus de chevaliers cuivrés capturés en juin 2019 ( $n = 15$ ) ont été caractérisés génétiquement. À ceux-ci s'ajoute l'échantillon d'un individu capturé dans le fleuve Saint-Laurent (secteur de Contrecœur) le 14 mai 2019 (LT = 647 mm) par une équipe du Ministère réalisant des travaux sur la carpe de roseau (Annick Drouin, MFFP, communication personnelle).

## 4. Discussion

### Les conditions hydrologiques : effet sur les captures et modifications dans le déploiement des efforts de pêche pour atteindre les objectifs

Les conditions hydrologiques (débits et niveaux) élevées, qui ont elles-mêmes retardé la mise en service du barrage et de la passe migratoire, ont aussi grandement réduit la capacité de l'équipe à capturer les géniteurs des deux espèces par les méthodes habituelles à Saint-Ours en 2019. Tant les débits que les niveaux d'eau mesurés aux rapides de Fryers et à la marina de Saint-Jean-sur-Richelieu se sont maintenus au-delà des valeurs médianes en mai et en juin.

Les portes du barrage de Saint-Ours n'ont pu être mises en position pour favoriser l'attraction de la passe migratoire qu'à partir du 25 juin, et la passerelle de la passe migratoire a été inondée jusqu'au 25 juin. Malgré cela, l'équipe de capture a installé un filet dans le bassin d'entrée de la passe migratoire (B-17) à partir du moment où celle-ci était visible (14 juin), même si elle était encore inondée d'environ une dizaine de centimètres d'eau. Ce travail demeure un peu plus risqué pour l'équipe de capture à la passe migratoire tout comme les fortes conditions hydrologiques au bief aval du barrage de Saint-Ours le sont pour l'équipe en embarcation.

Bien que les conditions hydrologiques (débits et niveaux) de la rivière Richelieu n'aient pas été aussi élevées qu'en 2011, elles étaient néanmoins supérieures aux médianes historiques en 2019. Le profil était différent dans le fleuve Saint-Laurent. En effet, les conditions hydrologiques du fleuve en 2019, qui frôlaient les maxima historiques, ont causé d'importantes inondations, et ce, jusqu'à entraîner, à certains endroits, des interdictions à la navigation. Les niveaux élevés du fleuve influencent ceux du secteur aval de la rivière Richelieu, soit celui compris en aval du barrage de Saint-Ours. Cette combinaison de débits et de niveaux dans le fleuve Saint-Laurent et la rivière Richelieu est relativement analogue à celle vécue en 2017 durant les travaux de reproduction artificielle. En 2018, il appert que l'équilibre était meilleur alors que les conditions hydrologiques du fleuve Saint-Laurent étaient supérieures aux valeurs médianes sans trop s'approcher des maxima au point d'engendrer des inondations. En 2017 et en 2018, respectivement 9 et 21 chevaliers cuivrés ont été capturés (Vachon 2021a, b). Des niveaux élevés du fleuve en mai et en juin n'ont vraisemblablement pas facilité la capture de chevaliers au bief aval du barrage de Saint-Ours et à la passe migratoire. Ces hauts niveaux contribuent également à retarder la mise en service du barrage de Saint-Ours, de

la passe migratoire et prolongent la période où l'ouvrage de Saint-Ours peut être franchi naturellement par les poissons de grande taille.

La décision d'ajouter une équipe de capture à Chambly ou d'y concentrer les efforts de pêche à certains moments lorsqu'il n'était pas possible de déployer deux équipes simultanément a permis de poursuivre les projets en 2019. Les équipes de capture possédaient l'expertise requise pour le faire. Par ailleurs, cela a modifié considérablement la logistique du projet au quotidien, puisque la décision de mener à bien ou non ce type d'effort dépendait des résultats obtenus et était réévaluée chaque jour selon le travail à accomplir par rapport aux manipulations des géniteurs ainsi que pour assurer minimalement la surveillance du B-17 et la manipulation de la cage (gestion de personnel). Au cours de ces pêches, réalisées à des sites propices à la fraye des chevaliers, des géniteurs de toutes les espèces de chevaliers ont été capturés. Dans plusieurs cas, l'état de maturité des géniteurs était très avancé et certains étaient même en fraye, ce qui dérangeait les activités de reproduction à Chambly, où les géniteurs étaient vraisemblablement plus nombreux qu'à Saint-Ours en 2019 en raison des conditions hydrologiques. Pour ces raisons, l'effort de pêche à Chambly a parfois été interrompu durant certaines journées et a été complètement arrêté le 27 juin. À certains moments, deux équipes pêchaient simultanément aux deux frayères. Sur le plan éthique, par rapport aux espèces en situation précaire, notamment le chevalier cuivré, il est requis de garder en tête les conséquences que peut engendrer une telle pression de pêche à ces endroits durant la période de fraye.

### **Reproduction artificielle, manipulation, gestion et transport des géniteurs**

Malgré les difficultés rencontrées, des observations très intéressantes ressortent des travaux de 2019. En effet, tous les chevaliers cuivrés capturés étaient de nouveaux individus, puisqu'ils ne portaient pas de micropuce. Bien que la perte d'une micropuce ne puisse jamais être exclue, les connaissances actuelles montrent plutôt un taux de rétention à long terme élevé des micropuces lorsqu'elles sont insérées chez les géniteurs. Outre 2004, première année où des efforts consacrés à la capture de géniteurs ont été déployés et que toutes les captures étaient de nouveaux individus, l'absence de recapture a été rarement observée par la suite, soit uniquement en 2006, 2010 et 2011. Le taux de recapture a varié de 8 % à 40 % au cours des autres années (Vachon, en préparation).

D'ailleurs, depuis quelques années, des géniteurs de plus petite taille font partie des captures chez les deux sexes, mais plus particulièrement chez les mâles. Ces observations sont encourageantes du simple fait de voir de plus jeunes individus dans la population, notamment au cours des travaux de reproduction artificielle. Ces observations soutiendraient vraisemblablement celles de R. E. Jenkins, spécialiste nord-américain des Catostomidés et professeur à la retraite du Roanoke College en Virginie (communication personnelle), selon lesquelles la maturité sexuelle serait atteinte à un plus jeune âge ( $\approx 8$  ans) chez les mâles.

La caractérisation génétique de ces individus ainsi que les analyses d'assignations parentales seront déterminantes pour mesurer, différemment, les effets de la reproduction artificielle sur la population et la reconstruction du stock de reproducteurs. Elles permettront peut-être d'obtenir une idée plus précise de l'atteinte de la maturité sexuelle chez les mâles. À ce stade-ci, des survivants issus des travaux de réintroduction entrepris en 2004 devraient être capturés et commencer à contribuer au renouvellement de la population s'ils ont un comportement semblable à celui des individus indigènes.

La capture de géniteurs à Chambly et leur transport vers Saint-Ours se sont bien déroulés dans l'ensemble, mais le transport demeure risqué avec les moyens dont l'équipe disposait. Le transport de géniteurs sur de longues distances accroît les risques de perte et cause un stress qui s'ajoute à celui de la capture. Les expériences et les résultats de 2019 semblent indiquer que le transport de femelles gravides, notamment les chevaliers cuivrés âgés, requiert de grandes précautions et est risqué. Des correctifs ont été apportés sur-le-champ pour améliorer les conditions de transport des géniteurs sur de grandes distances. L'observation d'un état général aussi inquiétant couplé à une amélioration trop lente, notamment chez une femelle de grande taille en pleine maturation, aurait nécessité une remise à l'eau immédiate pour maximiser ses chances de survie sans toutefois être certain que sa survie à long terme en milieu naturel soit assurée.

En 2019, des ovocytes ont pu être extraits que chez la première femelle traitée et ceux-ci étaient de piètre qualité. Dans ce cas, le délai trop long, soit de 72 heures au lieu du maximum de 48 heures évalué en 2009 (Vachon, 2010), avant le début du traitement hormonal, a vraisemblablement eu un effet néfaste qui s'est probablement ajouté au stress du transport. Dans le cas de la troisième femelle, qui a été capturée sur le site (B-17) et qui a été traitée aux hormones le jour même (protocole habituel), la réaction (résorption des ovocytes), qui a rarement été observée, est plus difficile à expliquer. Elle pourrait être tout simplement attribuable à une réaction individuelle au traitement hormonal, à un inconfort relié à la garde en captivité ou simplement due au fait qu'elle n'était pas destinée à frayer cette année. Il n'est pas encore démontré que tous les géniteurs de chevaliers cuivrés frayent chaque année en milieu naturel. Enfin, même si ces deux femelles étaient relativement jeunes, cet élément pourrait expliquer ces résultats, mais ne figure pas parmi les premières hypothèses, puisque des femelles de cette gamme de tailles ont déjà été manipulées avec succès dans des années antérieures. Enfin, les conditions thermiques de la rivière Richelieu en juin, qui ont été relativement fraîches par rapport à certaines autres années (température moyenne en juin de 17,85 °C), peuvent aussi contribuer à expliquer une partie de ces résultats décevants chez les femelles en 2019. Des extractions d'ovocytes réussies (avec des maturations plus lentes) ont toutefois déjà été effectuées à des températures similaires (température de l'eau moyenne en juin de 18 °C et moins) en 2006 et 2013 (Vachon, en préparation).

La combinaison des conditions hydrologiques du fleuve Saint-Laurent et de la rivière Richelieu en 2019 durant la période de migration et de fraye des chevaliers fait également partie des hypothèses pour expliquer non seulement la qualité médiocre des ovocytes, mais surtout la faible abondance des femelles. Toutefois, il est impossible d'en tirer de conclusions définitives étant donné le faible nombre restreint de femelles. Malgré des efforts de capture ciblés à la frayère de Chambly, seulement trois femelles ont pu être capturées.

Quant aux mâles, presque tous étaient spermiantes à la capture. Dans la plupart des cas, il était possible de prélever, dès la première manipulation (sans traitement hormonal), une quantité suffisante de laitance (quelques millilitres) pour permettre dès le départ de la préserver dans un dilueur. Cet élément est particulièrement important dans un contexte où les captures sont tardives et très regroupées.

Outre les difficultés liées à la capture en 2019, l'arrivée des géniteurs en groupe (moins bien répartie sur la période) et en fin de journée (en raison du transport) a ajouté à la complexité de leur gestion, et ce, particulièrement chez les mâles où les deux tiers (n = 8) des spécimens manipulés ont été capturés le 26 juin. Comme l'année dernière, le rapport des sexes des géniteurs en 2019 a été nettement en faveur des mâles, ce qui influence



la capacité de production. Dans l'ensemble, la synchronie d'arrivée des mâles et des femelles était moins problématique en 2019 qu'en 2018.

Les travaux se sont bien déroulés pour le chevalier de rivière. Globalement, il semble que la maturation des géniteurs de cette espèce (notamment des femelles) ait été plus facile que chez le chevalier cuivré. La deuxième production d'œufs de chevalier de rivière pour les essais menés à la SPBC à partir de géniteurs n'ayant pas reçu le traitement hormonal complet tend à démontrer l'importance de celui-ci, plus particulièrement chez les femelles, durant les travaux de reproduction artificielle chez les *Moxostoma*, du moins chez ces deux espèces. Sans toutefois figurer au premier plan et pouvoir en déterminer réellement l'influence, d'autres facteurs peuvent aussi avoir contribué aux moins bons résultats de la deuxième fraye de chevalier de rivière (œufs envoyés à la SPBC), l'un étant lié à la manipulation : les œufs ont été brassés plus vigoureusement que requis, l'autre étant le traitement à l'Ovadine dont l'effet n'a jamais été évalué avec des œufs de cette espèce. Les œufs de chevalier de rivière fournis pour l'étude de l'Université McGill en 2018 et en 2019 n'ont jamais été soumis au traitement à l'Ovadine.

La fraye des chevaliers de rivière constitue toujours une bonification importante du projet qui dépasse la simple collaboration avec l'Université McGill. Elle permet de développer l'expertise, de mettre en perspective certains résultats obtenus chez le chevalier cuivré, notamment par rapport à la cryopréservation, représente une excellente occasion de former du personnel sur le terrain et, en 2019, a été une belle occasion de parfaire les techniques d'élevage à la SPBC. Même s'il est évident que, dans certains volets, les réactions peuvent différer légèrement entre ces espèces, le chevalier de rivière demeure une excellente espèce substitut pour développer et pour parfaire les techniques, les connaissances et l'expertise de l'équipe en réduisant les risques.

## 5. Conclusion

Les conditions hydrologiques, tant les débits que les niveaux d'eau élevés, y compris celles du fleuve Saint-Laurent, ont de nouveau complexifié le travail de capture des géniteurs en 2019. Ces variables, indépendantes de notre volonté, retardent la mise en service des portes du barrage et des vannes de la passe migratoire Vianney-Legendre. Couplées aux tendances plus généralisées de plus faibles abondances de poissons observées dans la passe migratoire durant les dernières années, ces conditions hydrologiques défavorables exercent une influence sur le nombre total de captures de géniteurs depuis quelques années. Les efforts de pêche déployés à Chambly ont permis de poursuivre les opérations en 2019 et d'obtenir des observations à deux sites de fraye propices à la reproduction des chevaliers, tous deux utilisés par les chevaliers de rivière et cuivré durant une même saison, presque simultanément dans de telles conditions hydrologiques. Les observations de 2019, bien qu'elles ne permettent pas de dresser un profil comparatif complet de l'utilisation de ces deux sites, puisque les efforts sont dirigés, opportunistes et modulés dans un but précis, soit la capture de géniteurs des deux espèces de chevaliers, sont tout de même nouvelles et contribuent à améliorer nos connaissances sur les chevaliers de la rivière Richelieu durant la période de reproduction. La mesure exceptionnelle visant à déployer des efforts de pêche aux sites de fraye à Chambly ne devrait être mise en avant qu'en dernier recours et se doit d'être dosée de façon à limiter les répercussions sur la reproduction des chevaliers dans la rivière Richelieu, car elle dérange manifestement les géniteurs sur les sites de fraye.

D'autre part, malgré ces difficultés, la capture de 15 nouveaux chevaliers cuivrés en 2019 (aucune recapture) constitue une nouvelle promesse. Ces observations, combinées à la capture de plus jeunes géniteurs et d'un plus grand nombre de subadultes depuis les quatre dernières années, fournissent des indications supplémentaires d'une reconstitution lente du stock reproducteur du chevalier cuivré. Cela justifie également la pertinence de poursuivre le soutien de la population par la reproduction artificielle tout en maintenant les efforts de protection et de conservation de ses habitats dans son aire de répartition.

## Autres collaborations

Ces travaux sur le chevalier cuivré permettent plusieurs collaborations comme celle avec l'Université McGill sur les effets des contaminants sur les jeunes stades de chevaliers. Depuis 2016, l'équipe collabore au projet de Sunci Avlijas, doctorante à l'Université McGill sous la direction d'Anthony Ricciardi en codirection avec Nicholas Mandrak. Son projet de recherche porte sur certains aspects de la biologie de la tanche. Les données recueillies ainsi que les contenus stomacaux prélevés dans le cadre de ces travaux ont été fournis aux fins de cette étude. Des données et des prélèvements supplémentaires (prélèvement d'otolithes, examen DELT, détermination du sexe et de l'état de la maturité et du poids des gonades) ont été réalisés et transmis depuis 2016 sur les tanches capturées au cours de l'ensemble de ces activités pour une autre étude, entreprise par Jaclyn Hill du MPO (projet SPERA), en collaboration avec le MFFP, portant sur différents autres volets de la biologie de la tanche plus de 25 ans après son introduction. Deux autres collaborations relatives à des projets sur les espèces exotiques et envahissantes se sont ajoutées cette année, dont le projet de maîtrise de Christophe Benjamin (laboratoire d'Anthony Ricciardi) ainsi que le projet de doctorat entrepris par Thaïs Bernos à l'Université de Toronto (laboratoire de Nicholas Mandrak).

## Remerciements

Je remercie spécialement toute l'équipe de réalisation pour son travail soutenu et sa grande implication à toutes les étapes du projet ainsi que Marie-Pierre Veilleux et Arianne Savoie, de Pêches et Océans Canada, pour leur soutien et leur appui au projet. Je suis également reconnaissante envers Marc-Antoine Couillard, biologiste de la Direction de l'expertise sur la faune aquatique et coordonnateur de l'Équipe de rétablissement du chevalier cuivré, pour son soutien actif dans la préparation et la planification des travaux. Le transport des œufs vers la station piscicole a été assuré par le COVABAR et je les remercie pour leur grande disponibilité et flexibilité. Je tiens enfin aussi à souligner la contribution très importante de mes collègues Nathalie Tessier et Lucie Veilleux qui procèdent aux analyses génétiques de tous les tissus de chevaliers. Je désire également exprimer ma gratitude au personnel de Parcs Canada du lieu historique national du Canal-de-Saint-Ours qui nous réserve un endroit sur le site pour y exécuter les activités de reproduction artificielle ainsi qu'au personnel de la station piscicole de Baldwin-Coaticook pour leur dévouement à l'élevage des jeunes durant la saison estivale. Enfin, je tiens à remercier le D<sup>r</sup> Stéphane Lair pour son soutien au projet en 2019.



## Partenaires

Ces travaux ont été rendus possibles grâce à la participation financière du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs<sup>17</sup>, de l'Équipe de rétablissement du chevalier cuivré, de Pêches et Océans Canada, par l'entremise du programme sur les espèces en péril, ainsi que par la contribution en nature de Parcs Canada.

---

<sup>17</sup> La Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, la Direction de l'expertise sur la faune aquatique et la station piscicole de Baldwin-Coaticook.

## Annexes

### Annexe 1 : Caractéristiques des engins de pêche utilisés en 2019

Type de filet / identification	Site d'utilisation	Maille (mm)	Longueur (m)	Hauteur au centre (m)	Hauteur sur le côté (m)
B17_2018	B-17	127	9,15	---	3,8
MOHU-1	Bief aval	127	30	2	1,8
MOHU-3	Bief aval	127	30	2	1,8
MOHU-4	Bief aval	127	45	2	1,8
MOHU-5	Bief aval	127	30	2	1,8
MOHU-6	Bief aval	127	21	2	1,8
MOHU-7	Bief aval	127	30	2	1,8
MOHU-8	Bief aval	127	30	2	1,8
MOHU-9	Bief aval	127	30	2	1,8
MOHU-10	Bief aval	127	30	2	1,8
MOSA	Bief aval	127	30	2	1,8
ALSA-715	Bief aval	135	27,43	4	3,0

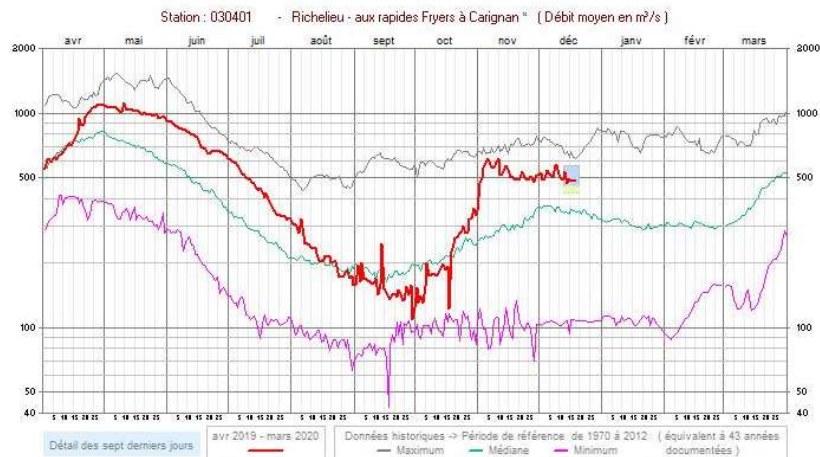
**Annexe 2** : Profils préliminaires des données du niveau d'eau (m) et du débit (m<sup>3</sup>/s) de la rivière Richelieu aux stations des rapides de Fryers et à la marina de Saint-Jean-sur-Richelieu d'avril à décembre (trait rouge = valeur de 2019, trait vert = valeur médiane historique, trait gris = valeur maximale historique)

Source CEHQ : <https://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/index.htm>.

### A) Niveau d'eau (m) à la marina de Saint-Jean-sur-Richelieu



### B) Débit (m<sup>3</sup>/s) aux rapides de Fryers



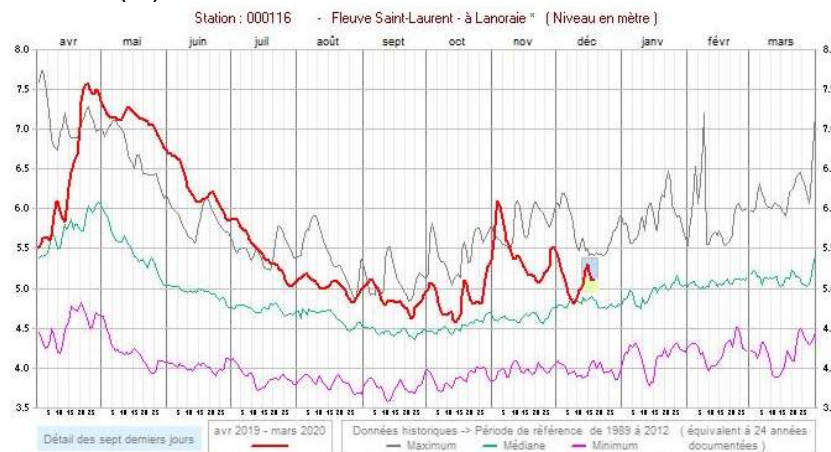
**Annexe 3** : Profils préliminaires des données du niveau d'eau (m) et du débit ( $m^3/s$ ) du fleuve Saint-Laurent aux stations du lac Saint-Louis (Pointe-Claire) et à Lanoraie d'avril à décembre (trait rouge = valeur de 2019, trait vert = valeur médiane historique, trait gris = valeur maximale historique)

Source CEHQ : <https://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/index.htm>.

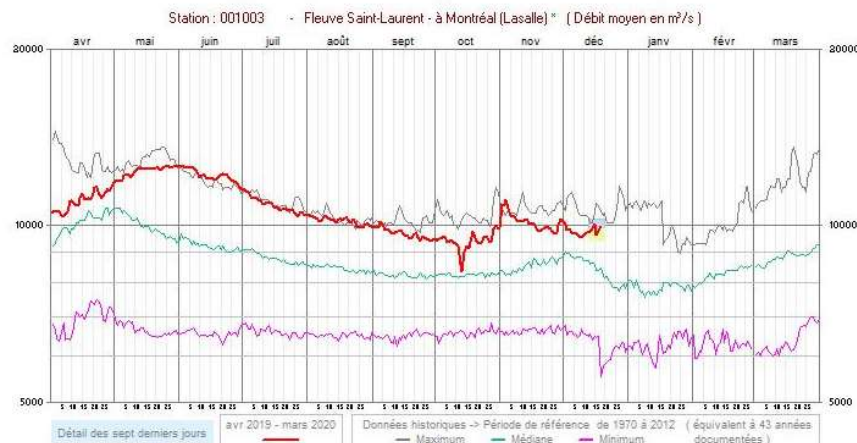
A) Niveau d'eau (m) au lac Saint-Louis (Pointe-Claire)



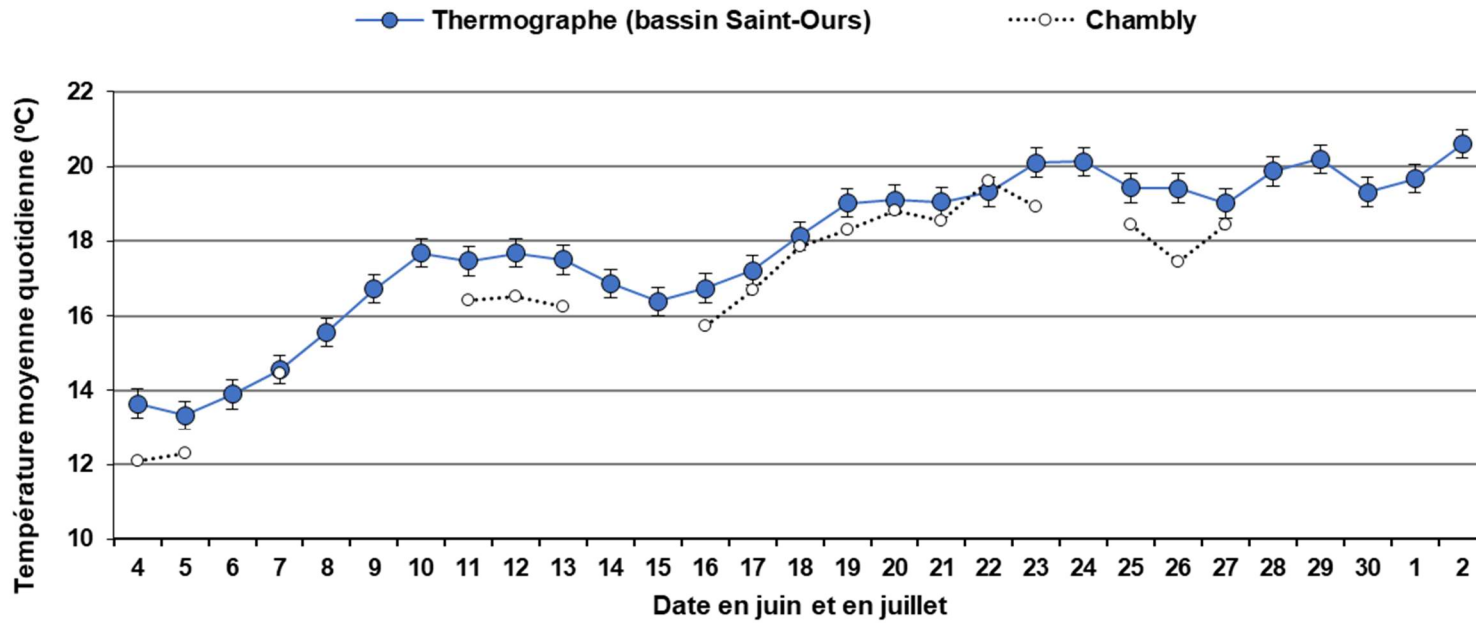
B) Niveau d'eau (m) à Lanoraie



C) Débit ( $m^3/s$ ) à Lasalle



**Annexe 4 :** Températures moyennes quotidiennes (°C) de l'eau de la rivière Richelieu enregistrées au bief aval du barrage de Saint-Ours, dans le bassin de Chambly ainsi que dans les bassins d'aquaculture installés au barrage de Saint-Ours (thermographe) en 2019



## Références

- BERNATCHEZ, L. (2004).** Considérations génétiques et protocole de reproduction relatifs au plan de rétablissement du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*). Document présenté à la Société de la faune et des parcs du Québec et à Pêches et Océans Canada, 43 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.  
<https://www.sararegistry.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=56437564-1>.
- 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.  
[https://wildlife-species.canada.ca/species-riskregistry/virtual\\_sara/files/cosewic/sr\\_Copper%20Redhorse\\_2014\\_f.pdf](https://wildlife-species.canada.ca/species-riskregistry/virtual_sara/files/cosewic/sr_Copper%20Redhorse_2014_f.pdf)
- ÉQUIPE DE RÉTABLISSEMENT 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.
- LIPPÉ, C., P. DUMONT, ET L. BERNATCHEZ (2006).** High genetic diversity and no inbreeding in the endangered Copper Redhorse, *Moxostoma hubbsi* (Catostomidae, Pisces): the positive sides of a long generation time. *Molecular Ecology* 15:1769-1780.
- MARCHAND H, B.D. BARST, E. BOULANGER. N. VACHON, M. HOUDE ET J. HEAD (2019).** Impact of agricultural pesticides on the endangered copper redhorse; transcriptomic and organismal level responses at an early life stage. Platform presentation; presented at SETAC 2019; Toronto, Canada.
- MARCHAND, H., B.D. BARST, E. BOULANGER. N. VACHON, M. HOUDE ET J. HEAD (2018).** Does exposure to contaminants during early life stages impede recovery of the endangered copper redhorse? Conference paper presented at the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC). California. United States.
- MONGEAU, J.-R., P. DUMONT, L. CLOUTIER ET A.-M. CLÉMENT (1988).** Le statut du suceur cuivré, *Moxostoma hubbsi*, au Canada, *Can. Field. Nat.* 102 : 132-139.

**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.

[http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/document/default\\_f.cfm?documentID=1565](http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/document/default_f.cfm?documentID=1565).

**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., S. VELÁSQUEZ, P. GRONDIN ET H. MASSÉ (2013).** Premiers essais de cryopréservation de la laitance du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*). Conférence présentée à l'Atelier sur la faune aquatique, Québec, 19-21 février 2013.

**VACHON, N., S. VELÁSQUEZ-MEDINA ET P. GRONDIN (2019).** Motilité des spermatozoïdes du chevalier cuivré dans les différents traitements de cryopréservation 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, Secteur de la faune, Rapport technique 16-47, 24 p.

**VACHON, N. (2021a).** Reproduction artificielle, ensemencements et suivi de la population du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) en 2017, 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, Secteur des opérations régionales, Rapport technique 16-56, ix + 44 p.

**VACHON, N. (2021b).** Reproduction artificielle, ensemencements et suivi de la population du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) en 2018. Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, Secteur des opérations régionales, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Rapport technique 16-57, viii + 43 p.

**VACHON, N. (en préparation).** Le rétablissement du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) par le soutien à la population par la reproduction artificielle de 2004 à 2019 : méthodes, suivis, bilan et perspectives. 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, Secteur des opérations régionales.





**Forêts, Faune  
et Parcs**

**Québec** 