

# Estimation de l'abondance et des caractéristiques des anguilles d'Amérique (*Anguilla rostrata*) provenant des ensemencements dans la pêcherie commerciale de l'estuaire du Saint-Laurent en 2021

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS



**Photographie de la page couverture :**

Johanne Dussureault

**Référence à citer :**

---

LANDRY-MASSICOTTE, L., J. DOUCET-CARON et J. DUSSUREAULT. 2022. *Estimation de l'abondance et des caractéristiques des anguilles d'Amérique (Anguilla rostrata) provenant des ensemencements dans la pêche commerciale de l'estuaire du Saint-Laurent en 2021*. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la gestion de la faune du Bas-Saint-Laurent. 20 pages.

---

© Gouvernement du Québec

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2022

ISBN (PDF) : 978-2-550-92744-0

# Équipe de réalisation

## Chargés de projet

Jérôme Doucet-Caron<sup>1</sup>

Louis Landry-Massicotte<sup>1</sup>

## Travaux de terrain et de laboratoire

Johanne Dussureault<sup>1</sup>

Martine Tremblay<sup>1</sup>

## Analyse

Jérôme Doucet-Caron<sup>1</sup>

Johanne Dussureault<sup>1</sup>

Louis Landry-Massicotte<sup>1</sup>

## Rédaction

Jérôme Doucet-Caron<sup>1</sup>

Louis Landry-Massicotte<sup>1</sup>

## Révision

Philippe Brodeur<sup>2</sup>

Jean-François Dumont<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Direction de la gestion de la faune du Bas-Saint-Laurent, MFFP

<sup>2</sup> Direction de la gestion de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec, MFFP

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

## Résumé

Des travaux d'échantillonnage de la pêche commerciale d'anguilles d'Amérique (*Anguilla rostrata*) de l'estuaire du Saint-Laurent ont été réalisés en 2021. Le projet consistait à estimer la proportion des anguilles argentées en avalaison qui provenaient des transferts de 6,8 millions de civelles réalisés au Québec et en Ontario entre 2005 et 2010. La caractérisation de la récolte commerciale a permis d'estimer les débarquements des 11 pêcheurs actifs dans l'aire d'étude à 15,3 tonnes métriques ou 9 626 anguilles argentées au cours de l'automne 2021. La valeur des captures par unité d'effort (CPUE) a été estimée à 5,2 kg d'anguille par mètre de tenture, une valeur ne divergeant pas significativement de la moyenne des 12 dernières années ( $4,4 \pm 1,5$  kg/m). Une tendance significative à la hausse des CPUE a cependant été observée depuis 2011. Nous estimons que la proportion des anguilles ensemencées lors de la migration automnale de 2021 était de 16,3 %, une proportion nettement inférieure à celle observée en 2020 (34,5 %). À partir de cette proportion, il a été estimé qu'environ 25 722 anguilles argentées provenant des ensemencements ont migré par l'estuaire, contribuant au stock reproducteur de l'espèce et surpassant les captures totales de la pêche commerciale de l'estuaire lors de cette même année. Malgré cette diminution de proportion des anguilles issues des transferts dans la pêche en 2021, il est possible que cette tendance se stabilise ou diminue progressivement dans les prochaines années puisque 3,4 millions de civelles ont été transférées dans le Haut-Saint-Laurent et le lac Ontario au cours des trois dernières années du programme expérimental. Malgré le fait que l'âge moyen et la taille moyenne des anguilles d'origine naturelle en avalaison ( $13,4 \pm 2,2$  ans et  $900,8 \pm 101,8$  mm) étaient significativement plus élevés que ceux des anguilles ensemencées ( $12,6 \pm 1,5$  ans et  $817,2 \pm 114,4$  mm), les différences morphologiques entre les deux strates d'anguilles continuent de diminuer au fil des années. Les anguilles issues d'ensemencements ont dorénavant le potentiel d'atteindre des tailles importantes; le plus gros individu ensemencé atteignait notamment une taille de 1 125 mm en 2021. Par ailleurs, la présence du parasite exotique *Anguillicoloïdes crassus* a été confirmée dans la vessie natatoire de sept anguilles, portant la prévalence de l'infestation à 3,7 % et l'intensité moyenne des infestations à  $1,6 \pm 1,1$  parasite par sujet. Cinq des sept anguilles parasitées par le nématode étaient d'origine naturelle, démontrant une fois de plus depuis 2017 que le parasite peut compléter son cycle vital dans le système du Saint-Laurent. L'abondance des captures d'anguilles en avalaison dans l'estuaire du Saint-Laurent a diminué de plus de 85 % en 25 ans. Sans une hausse importante du recrutement, la trajectoire de la production d'anguilles en amont de Québec demeure toujours aussi préoccupante pour l'avenir.

## Abstract

The St. Lawrence estuary silver eel commercial fishery was sampled in 2021 in order to estimate the proportion of stocked eels among individuals migrating downstream to their oceanic spawning sites. These stocked eels originated from approximately 6.8 million elvers stocked in the Richelieu River, the upper St. Lawrence River and Lake Ontario between 2005 and 2010. In 2021, 11 commercial fishers were active and landings were estimated at 15.3 tons or 9 626 silver eels. The captures per unit of effort (CPUE) was estimated at 5.2 kg per meter of tidal weir. Although this estimate did not differ significantly from the last twelve-years average ( $4,4 \pm 1,5$  kg/m), a significant relationship suggests an increase through time of annual CPUEs since 2011. We estimated that stocked eels now represented 16.3 % of total downstream migrants, which is an estimate well below previous years. Despite the low rate of stocked eels observed in the 2021 fishery, it is possible that the occurrence of stocked eels will stabilize or progressively decrease over the next few years since a large number of eels were stocked in the last three years of the experimental program. Data collected in 2021 allowed us to estimate that approximately 25 722 silver eels originating from stocking operations have migrated downstream in the estuary this year. This contributes to increase the species reproductive potential and outweighs the commercial harvest (9 626) of this fishery. Even though the age and length differences tend to decrease over the year between stocked and natural individuals, natural eels were significantly older and longer than the stocked ones. Some of them however reached larger sizes compared to previous years, with one stocked individual reaching an impressive length of 1 125 mm. The exotic swim bladder parasite *Anguillicoloides crassus* was found in seven eels representing a prevalence rate of 3.7 % and a mean intensity of  $1.6 \pm 1,1$  parasites per infected eel. Five of the seven infected eels were wild migrants, demonstrating for one more year since 2017 that the parasite can complete its life cycle in the St. Lawrence watershed. The number of silver eels caught by fishers in the St. Lawrence estuary has decreased in numbers by 85 % over the last 25 years. The trajectory of eel abundance in the St. Lawrence system and Lake Ontario is worrisome without an increase in eel recruitment.

## Table des matières

<b>Équipe de réalisation</b> .....	<b>I</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>II</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>III</b>
<b>Table des matières</b> .....	<b>IV</b>
<b>Liste des figures</b> .....	<b>V</b>
<b>Liste des tableaux</b> .....	<b>VI</b>
<b>1. Introduction</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Méthodologie</b> .....	<b>7</b>
2.1 Aire d'étude.....	7
2.2 Paramètres halieutiques .....	8
2.3 Caractérisation des anguilles en dévalaison capturées dans la pêche	9
<b>3. Résultats</b> .....	<b>10</b>
3.1 Paramètres halieutiques .....	10
3.2 Caractérisation des anguilles en dévalaison capturées dans la pêche	13
<b>4. Discussion</b> .....	<b>15</b>
4.1 Paramètres halieutiques .....	15
4.2 Caractérisation des anguilles en dévalaison capturées dans la pêche	15
<b>5. Conclusion</b> .....	<b>17</b>
<b>6. Remerciements</b> .....	<b>18</b>
<b>7. Bibliographie</b> .....	<b>18</b>

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Localisation des sites d'échantillonnage des anguilles argentées dans l'estuaire du Saint-Laurent en 2021.....	8
<b>Figure 2.</b> Suivi (A) des captures par unité d'effort moyenne (CPUE; kg d'anguilles par mètre de tenture), (B) de l'effort de pêche (mètre de tenture), (C) du nombre de trappes fixes en opération et (D) de l'ampleur des débarquements entre 2011 et 2021, dans la pêche commerciale de l'estuaire du Saint-Laurent.....	11
<b>Figure 2.</b> Corrélation entre l'effort de pêche déployé par les pêcheurs de l'estuaire du Saint-Laurent (mètre de tenture de trappes fixes) et le taux d'exploitation (Peterson-regroupé) mesuré en 1996, 1997, 2010, 2011, 2020 et 2021.....	12
<b>Figure 4.</b> Captures quotidiennes d'anguilles argentées dans la pêche commerciale de l'estuaire du Saint Laurent en 2020 et 2021. Les données de 2021 présentées dans cette figure concernent 9 pêcheurs sur 11.....	12
<b>Figure 5.</b> Distribution des fréquences de taille et d'âge des anguilles d'origines ensemencée et naturelle capturées lors de la caractérisation de la récolte commerciale en 2021.....	14
<b>Figure 6.</b> Nombre d'anguilles naturelles et ensemencées dans l'échantillon de 2021. La courbe représente l'évolution de la proportion (%) d'anguilles ensemencées dans la pêche commerciale au fil de la saison de pêche.....	14

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Protocole appliqué au traitement des anguilles récupérées en 2021 .....	10
<b>Tableau 2.</b> Paramètres halieutiques de la pêche d'anguilles argentées de 2011 à 2021 dans l'estuaire du Saint-Laurent .....	11
<b>Tableau 3.</b> Abondance des anguilles en avalaison dans l'estuaire du Saint-Laurent de 2015 à 2021, stratifiée en fonction de leur origine .....	13
<b>Tableau 4.</b> Caractéristiques des anguilles argentées échantillonnées dans l'estuaire du Saint-Laurent en 2021 .....	13

# 1. Introduction

L'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*), une espèce largement répandue dans l'est du Canada, a connu des déclin d'abondance marqués dans certaines régions de son aire de répartition, notamment au lac Ontario et dans le cours supérieur du fleuve Saint-Laurent (Caron et coll., 2007; COSEPAC, 2012). En 2007, l'Ontario a déclaré l'anguille comme espèce menacée en vertu de sa Loi sur les espèces en voie de disparition (L.O. 2007, chap. 6). Une des principales causes de mortalité identifiées dans ce secteur est associée au passage des anguilles dans les turbines des deux principaux ouvrages hydroélectriques, soit les barrages de Moses-Saunders (État de New York et Ontario) et de Beauharnois (Québec). Il a été estimé que 40 % des anguilles migratrices qui transitent par ces deux ouvrages meurent lors de leur passage (Verreault et Dumont, 2003).

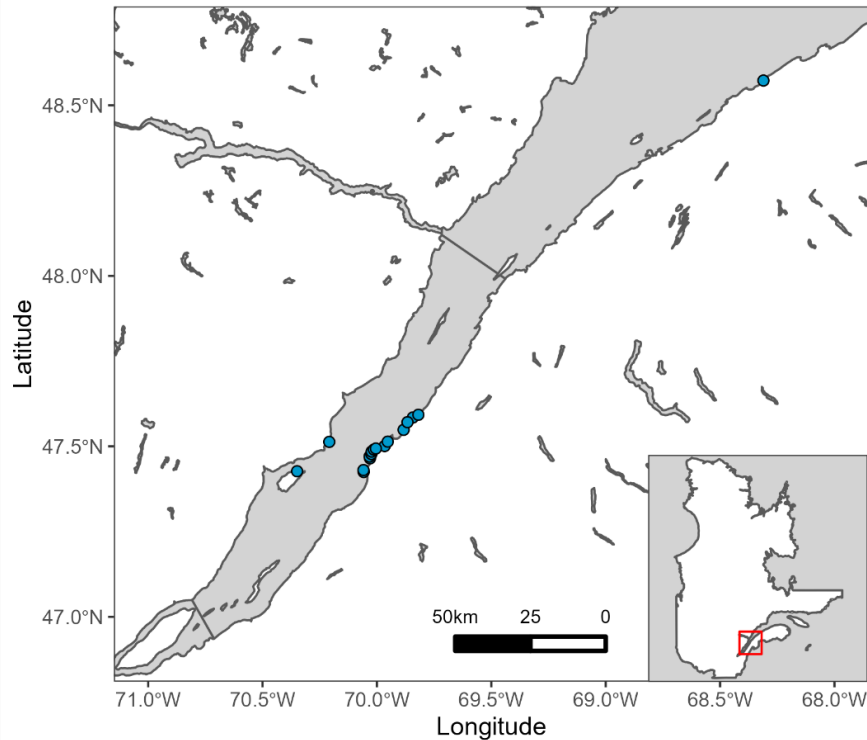
Le Comité scientifique canadien sur l'anguille d'Amérique a élaboré un plan d'action visant à mettre un frein à l'important déclin de l'anguille et à favoriser le rétablissement de l'espèce. Parmi les actions proposées dans ce plan, un programme expérimental d'ensemencement d'anguilles a été mis en place. De 2006 à 2010, l'Ontario Power Generation (OPG) a ensemencé plus de quatre millions de civelles et d'anguillettes en amont du barrage de Moses-Saunders. Les programmes de recherche et de suivi concernant les ensemencements sont inscrits au Plan d'action 2019-2023 de l'OPG visant à compenser les mortalités induites par la centrale hydroélectrique R.H. Saunders à Cornwall. Parallèlement à ces mesures, 2,8 millions de civelles ont été transférées dans la rivière Richelieu entre 2005 et 2008 dans le cadre d'un projet indépendant des transferts de l'OPG. Au total, 6,8 millions de civelles ont été transférées dans le système Saint-Laurent de 2005 à 2010.

Bien qu'il ait été envisagé de distinguer les anguilles ensemencées dans ces deux secteurs dans le but d'évaluer la performance respective des deux campagnes d'ensemencement, il fut impossible de distinguer le lieu d'ensemencement des anguilles. L'objectif de la présente étude était donc de caractériser les anguilles argentées provenant de l'ensemble des ensemencements et d'évaluer leur abondance à l'intérieur du segment de population d'anguilles migrant par l'estuaire du Saint-Laurent. Ce suivi, mis en place en 2015, permet de faire une évaluation annuelle de la performance globale de ces deux programmes comme moyen d'augmenter le nombre de femelles reproductrices produites dans le système Saint-Laurent et le lac Ontario.

## 2. Méthodologie

### 2.1 Aire d'étude

L'échantillonnage a été réalisé dans la pêche commerciale d'anguilles argentées située en majeure partie sur la rive sud de l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Les stations de capture se situaient entre l'île aux Coudres en amont et la municipalité de Sainte-Luce en aval (figure 1).



**Figure 1.** Localisation des sites d'échantillonnage (points bleus) des anguilles argentées dans l'estuaire du Saint-Laurent en 2021

## 2.2 Paramètres halieutiques

La trappe fixe représente le seul type d'engin de pêche à l'anguille utilisé dans les eaux à marées du Saint-Laurent en aval de Québec, sur les deux rives du fleuve. Les engins sont mis en place sur l'estran à la fin de l'été ou au début de l'automne et demeurent au même endroit durant toute la saison de pêche, qui se déroule habituellement du début du mois d'août à la mi-novembre. Ceux-ci sont composés de guideaux (mailles de 3,2 à 5,1 cm) installés de manière perpendiculaire à la rive, guidant les poissons vers des trappes de rétention que le pêcheur visite à marée basse, à raison de deux fois par jour, lorsque les conditions le permettent. La totalité des détenteurs de permis de pêche actifs dans l'aire d'étude en 2021 ont été échantillonnés et seules les anguilles argentées ont été prélevées tout au cours de la saison de pêche. Bien que l'ensemble des captures des pêcheurs commerciaux ait pu être comptabilisé pour la saison de pêche 2021, les captures quotidiennes ont été suivies pour uniquement 9 des 11 pêcheurs actifs dans le but de suivre la chronoséquence de dévalaison des anguilles argentées dans l'estuaire du Saint-Laurent. Le débarquement total de la pêche exprimé en tonnes métriques a été estimé en fonction du nombre d'anguilles capturées par les pêcheurs et de leur poids moyen, en utilisant l'équation suivante :

$$Dt = \frac{Ac/P}{1000}$$

Où :

*Dt* Débarquement total en tonnes métriques;

*Ac* Nombre total d'anguilles capturées dans la pêche commerciale de l'estuaire du Saint-Laurent;

*P* Poids moyen (kg) estimé à partir des captures de six pêcheurs commerciaux.

En 1996 et en 1997, les travaux de capture-marquage-recapture (CMR) effectués par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) ont permis d'estimer le taux d'exploitation par la pêche commerciale à 20 % en 1996 et 25 % en 1997 pour l'ensemble de l'estuaire du Saint-Laurent (Caron et coll., 2000; Caron et coll., 2003). Pour ce faire, des anguilles argentées en dévalaison ont d'abord été marquées en amont du Saint-Laurent, à Cap-Santé, à l'aide de transpondeurs passifs intégrés (*PIT tags*). L'ensemble des captures des pêcheurs commerciaux de l'estuaire a ensuite été examiné à l'aide d'un détecteur *T4S Handheld Reader*, dans le but d'estimer le nombre de recaptures au fil de la saison de pêche. La récolte commerciale a alors été comparée à l'estimation du nombre total d'anguilles argentées en dévalaison, permettant de faire une estimation du taux d'exploitation à l'aide de la méthode de Peterson-regroupé (Seber, 1982; Arnason et coll., 1996). À la suite de la campagne de rachat de permis de pêche commerciale amorcée en 2008 et ayant fait décliner l'effort de pêche déployé par les pêcheurs commerciaux de 48 % l'année suivante (MFFP, données non publiées), les travaux de CMR ont été repris en 2010 et en 2011 afin de mettre à jour les estimations du taux d'exploitation préalablement obtenues en 1996-1997. Les taux d'exploitation mesurés en 2010 et en 2011 ont été établis respectivement à 10,5 % et à 7,8 % (Talbot et coll., 2011; Daigle et Julien, 2012). Plus récemment, le MFFP a entrepris d'actualiser les taux d'exploitation lors des saisons de pêche 2020 et 2021 et ceux-ci ont respectivement été établis à 4,9 % et 6,1 % (Desbois-Bédard et Daigle, 2020, 2021). L'exercice sera reconduit en 2022 afin d'obtenir une estimation encore plus juste de la situation. Puisqu'une relation significative a été observée entre le taux d'exploitation et l'effort déployé par les pêcheurs commerciaux, le taux d'exploitation a pu être estimé pour les années où il n'y avait pas eu de campagnes de CMR, en utilisant la formule suivante :

$$\text{Taux d'exploitation (\%)} = 5,01 + 0,000513 \cdot \text{Effort de pêche (m de tenture)}$$

### 2.3 Caractérisation des anguilles en dévalaison capturées dans la pêche commerciale

L'effectif total d'anguilles en dévalaison ( $N$ ) a pour sa part été déterminé à l'aide de la récolte commerciale totale ( $n$ ) et des taux d'exploitation qui ont été estimés entre 2015 et 2019 et mesurés à 4,9 % pour 2020 et à 6,2 % pour 2021, en utilisant la formule suivante :

$$\text{Nombre total d'anguilles en migration (N)} = \frac{\text{Récolte commerciale (n)} \cdot 100}{\text{Taux d'exploitation (\%)}}$$

Dans le but d'estimer la proportion et l'abondance des anguilles provenant des ensemencements parmi celles en dévalaison, un sous-échantillon des anguilles argentées capturées dans les trappes fixes d'un pêcheur commercial de l'estuaire a été récupéré pour analyse en laboratoire ( $n = 190$ ). L'échantillonnage a été effectué tout le long de la saison de pêche afin de refléter la dynamique de l'ensemble de la dévalaison. Aucune sélection en fonction de la taille n'a été appliquée sur ces échantillons, dans le but d'obtenir la structure en taille des anguilles en avalaison et de discriminer adéquatement celles provenant des ensemencements de celles provenant du recrutement naturel. Les anguilles ont immédiatement été congelées à la suite de leur capture. Celles-ci ont par la suite été décongelées et traitées selon le protocole présenté au tableau 1. Les otolithes *sagittae* ont été extraits dans le but d'estimer l'âge des spécimens et de déterminer s'ils provenaient des ensemencements. Pour l'estimation de l'âge, la technique du craquage-brûlage (ICES, 2011) a été utilisée pour un des deux otolithes de chacun des individus. Lorsque le résultat semblait incertain, la méthode développée par Tardif (2012) a été utilisée

afin d'augmenter la précision des lectures. En résumé, les otolithes ont été coulés dans une résine d'époxy et coupés transversalement à l'aide d'une scie à révolution lente (IsoMet™) munie d'une lame au diamant, dans le but d'exposer le cœur de l'otolithe. Les tranches ont par la suite été polies et colorées avec du bleu de toluidine dans le but de faciliter la lecture de l'âge. Les otolithes ont par la suite été examinés sous une lampe UV afin de détecter les traces d'oxytétracycline (OTC). Comme l'ensemble des anguilles transférées en marge des programmes québécois et ontariens avaient été préalablement plongées dans une solution d'OTC, la présence de marques d'OTC dans les otolithes permet de discriminer le type de recrues qu'elles représentent (ensemencées ou naturelles). Ce type de marquage est une technique considérée comme étant sans risque de mortalité pour l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*; Simon et Dörner, 2005) et présentant une haute efficacité pour le marquage des otolithes, notamment une efficacité de 100 % pour la perchaude (*Perca flavescens*) et le doré jaune (*Sander vitreus*; Unkenholz et coll., 1997; Meerbeek, 2018).

**Tableau 1.** Protocole appliqué au traitement des anguilles récupérées en 2021

1	Mesure du poids à l'aide d'une balance électronique Denver instrument S-8001 ( $\pm 0,1$ g). Ajout d'un facteur de pondération de 2 % afin de compenser la perte de poids par la congélation (G. Cervello, données non publiées).
2	Mesure de la taille ( $\pm 1$ mm) prise de l'extrémité de la tête au bout de la queue sur une planche à mesurer graduée en millimètres.
3	Identification du sexe et prélèvement puis dissection de la vessie natatoire pour la détection macroscopique du nématode <i>Anguillicoloïdes crassus</i> .
4	Prélèvement d'une paire d'otolithes ( <i>sagittae</i> ) pour la détermination de l'âge et pour l'observation sous un binoculaire Leica MZ16F équipé d'un éclairage à fluorescence muni d'un filtre violet Leica (désignation V) pour la détection des marques d'OTC.

## 3. Résultats

### 3.1 Paramètres halieutiques

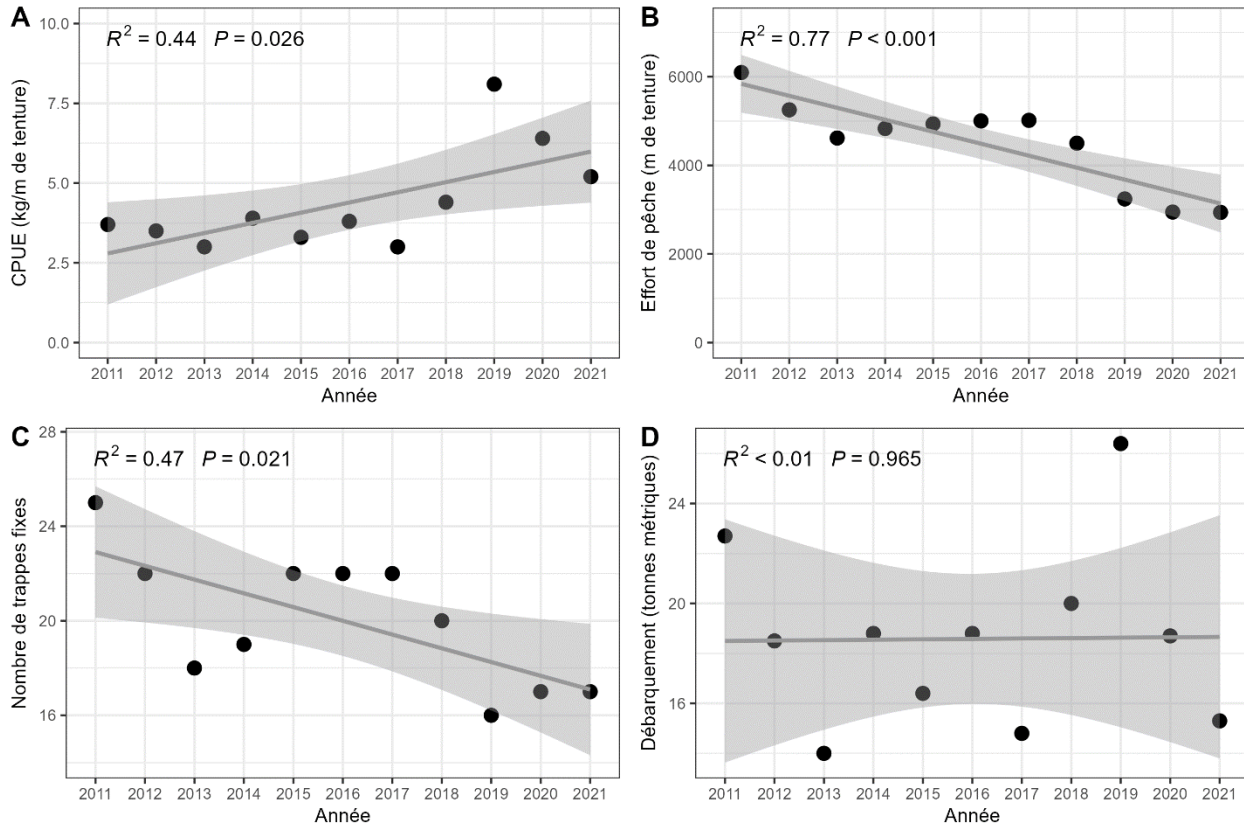
En 2021, 11 pêcheurs d'anguilles étaient actifs dans l'aire d'étude. Ceux-ci ont opéré 17 trappes fixes totalisant 2 938 mètres de guideaux, ce qui représente le plus faible effort de pêche observé depuis 2011 (tableau 2). Les mesures de biomasse recueillies chez les pêcheurs commerciaux ont permis d'estimer le poids moyen des anguilles argentées à  $1,58 \pm 0,09$  kg. Nous estimons que 9 626 anguilles ont été récoltées en 2021 par l'ensemble des pêcheurs, totalisant une biomasse approximative de 15,3 tonnes. Cette biomasse était significativement plus faible que la moyenne des 12 dernières années du suivi ( $20,1 \pm 4,4$  tonnes; test de t;  $t_{1,9} = 3,14$ ;  $p = 0,012$ ) et montrait une légère diminution en comparaison avec la valeur mesurée en 2020 (18,7 tonnes). Les captures par unité d'effort (CPUE) étaient élevées avec 5,2 kg/m de tenture, soit une valeur légèrement supérieure à la moyenne de la période 2009-2020 située à  $4,4 \pm 1,5$  kg/m de tenture (tableau 2). Bien que les CPUE de 2021 n'étaient pas significativement supérieures à la moyenne de 2009-2020 (test de t;  $t_{1,9} = -1,7$ ;  $p = 0,123$ ), une légère tendance à la hausse des CPUE est néanmoins observée depuis 2011 (figure 2;  $R^2 = 0,44$ ;  $p = 0,026$ ). Cette légère augmentation pourrait notamment être liée à la baisse constante de l'effort de pêche ( $R^2 = 0,77$ ;  $p < 0,001$ ) et du nombre de trappes fixes en opération ( $R^2 = 0,47$ ;  $p = 0,021$ ) ainsi qu'à la stabilité des débarquements annuels ( $R^2 < 0,01$ ;  $p = 0,965$ ) observée depuis 2011.

**Tableau 2.** Paramètres halieutiques de la pêche d'anguilles argentées de 2011 à 2021 dans l'estuaire du Saint-Laurent

Paramètres d'exploitation	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Moyenne (± é-t) 2009-2020	2021
Effort de pêche total (m de tenture) <sup>1</sup>	6096	5253	4617	4832	4935	5003	5016	4500	3242	2946	4822,2 (936,6)	2938
Trappes fixes (n)	25	22	18	19	22	22	22	20	16	17	20,9 (2,9)	17
Pêcheurs actifs (n)	14	12	11	9	12	12	11	11	10	11	11,7 (1,5)	11
Débarquement (t)	22,7	18,5	14,0	18,8	16,4	18,8	14,8	20,0	26,4	18,7	20,1 (4,4)	15,3
CPUE <sup>2</sup> (kg/m de tenture)	3,7	3,5	3,0	3,9	3,3	3,8	3,0	4,4	8,1	6,4	4,4 (1,5)	5,2

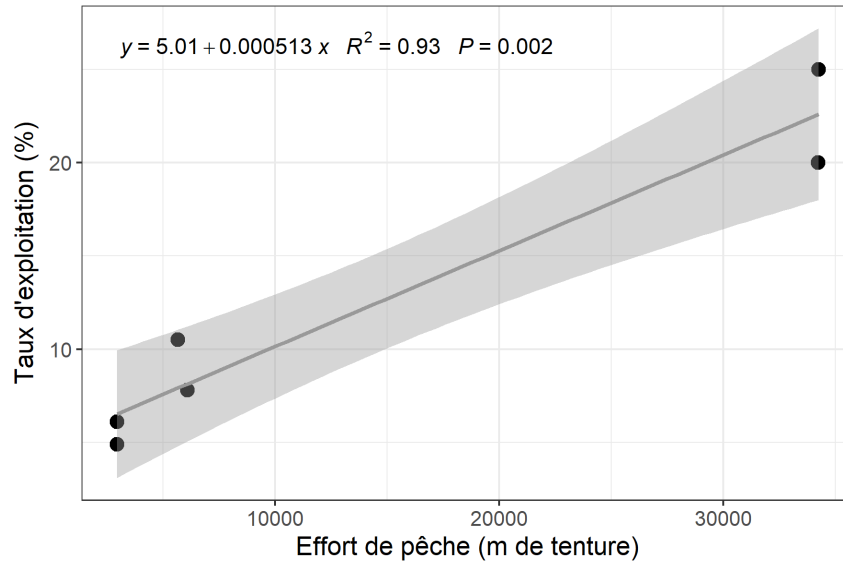
<sup>1</sup> L'effort de pêche correspond à la longueur cumulée de l'ensemble des guideaux déployés, en mètre.

<sup>2</sup> CPUE : capture par unité d'effort.



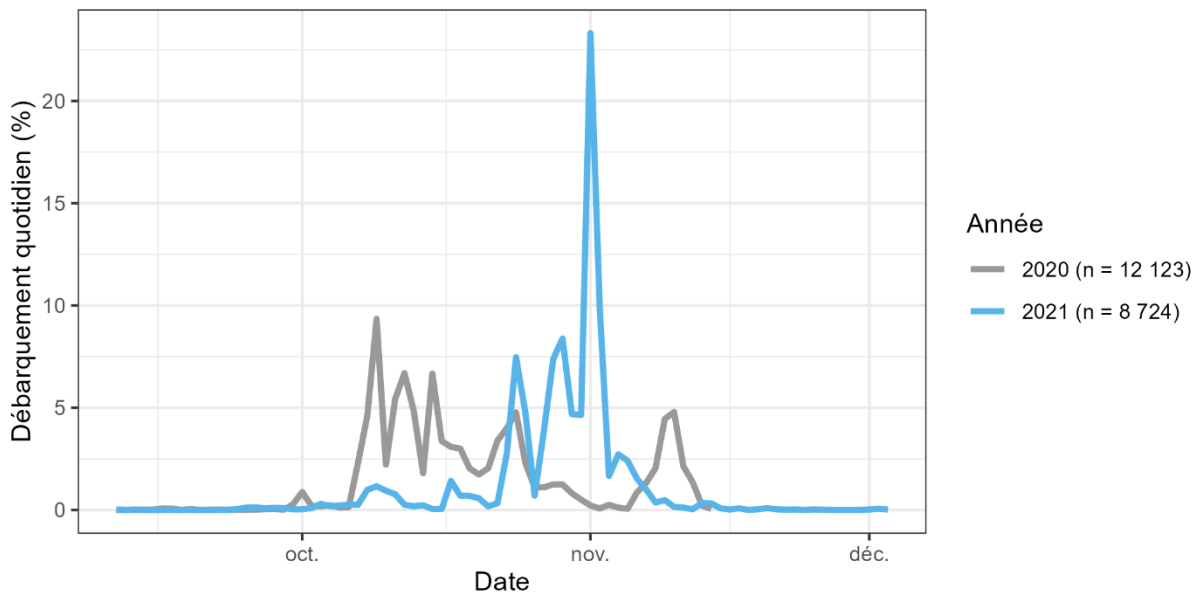
**Figure 2.** Suivi (A) des captures par unité d'effort moyenne (CPUE; kg d'anguilles par mètre de tenture), (B) de l'effort de pêche (mètre de tenture), (C) du nombre de trappes fixes en opération et (D) de l'ampleur des débarquements entre 2011 et 2021, dans la pêche de l'estuaire du Saint-Laurent

L'effort de pêche déployé par les pêcheurs de l'estuaire du Saint-Laurent a été mis en relation avec les taux d'exploitation mesurés lors des saisons de pêche de 1996, 1997, 2010, 2011, 2020 et 2021. Considérant que ces deux variables étaient corrélées significativement (figure 3;  $R^2 = 0,93$ ;  $p = 0,002$ ), les taux d'exploitation ont été estimés pour les années où il n'y avait pas eu de campagnes de CMR (2015 à 2019; tableau 3), dans le but d'obtenir une estimation plus juste de l'effectif total d'anguilles argentées en dévalaison.



**Figure 3.** Corrélation entre l'effort de pêche déployé par les pêcheurs de l'estuaire du Saint-Laurent (mètre de tenture de trappes fixes) et le taux d'exploitation (Peterson-regroupé) mesuré en 1996, 1997, 2010, 2011, 2020 et 2021

Les captures quotidiennes d'anguilles ont fluctué au cours de la saison de pêche de 2021. Bien que les trappes aient été mises en place dès le début septembre, les premières captures n'ont débuté qu'à partir de la deuxième semaine de septembre et se sont terminées au début du mois de décembre, lors du retrait des trappes (figure 4). En 2021, le nombre de captures importantes par levée a notablement augmenté à la fin du mois d'octobre pour culminer vers le 1<sup>er</sup> novembre. Les captures ont par la suite progressivement décliné jusqu'à la fin de la saison, période durant laquelle plus de la moitié des engins de pêche avaient été retirés. Il est à noter qu'en 2021, certains engins sont demeurés en place plus tard qu'à l'habitude, alors que les trappes sont majoritairement retirées au début du mois de novembre. À titre comparatif, les saisons précédentes (2019 et 2020) étaient caractérisées par des pics de captures plus hâtifs, soit entre la mi-octobre et la fin octobre (Verreault, 2019; Doucet-Caron et Dussureault, 2021).



**Figure 4.** Captures quotidiennes d'anguilles argentées dans la pêche commerciale de l'estuaire du Saint Laurent en 2020 et 2021. Les données de 2021 présentées dans cette figure concernent 9 pêcheurs sur 11.

### 3.2 Caractérisation des anguilles en dévalaison capturées dans la pêche

Au cours de la saison de pêche de 2021, un sous-échantillon de 190 anguilles a été récolté afin de déterminer leurs caractéristiques morphologiques, leur origine (ensemencée ou naturelle) et leur âge. L'ensemble des 190 anguilles récupérées entre le 4 octobre et le 15 novembre 2021 dans la pêche étaient des femelles. Sur l'ensemble des anguilles échantillonnées en 2021, les otolithes de 16,3 % des spécimens présentaient des marques d'OTC, indiquant donc qu'elles proviendraient des ensemencements réalisés entre 2005 et 2010 (tableau 3). Considérant qu'il est estimé que 157 803 femelles matures ont transité dans l'estuaire du Saint-Laurent en 2021, cela indiquerait que 25 722 d'entre elles proviendraient des ensemencements. Cette valeur est nettement inférieure à celles enregistrées entre 2016 et 2020, où environ une anguille sur trois provenait des ensemencements.

**Tableau 3.** Abondance des anguilles en avalaison dans l'estuaire du Saint-Laurent de 2015 à 2021, stratifiée en fonction de leur origine

Années	Récolte commerciale (n)	Taux d'exploitation (%)	Nombre total d'anguilles en migration	Proportion marquée à l'OTC (%)	Nombre total d'anguilles marquées	Nombre total d'anguilles non marquées
2015	11 347	7,54	150 490	10,3	15 500	134 990
2016	12 473	7,75	160 941	27,4	44 098	116 843
2017	9 933	7,58	131 042	33,5	43 899	87 143
2018	12 751	7,31	174 432	30,3	52 853	121 579
2019	16 923	6,67	253 718	33,0	83 727	169 991
2020	12 190	4,90	248 775	34,5	86 827	161 948
2021	9 626	6,10	157 803	16,3	25 722	132 081

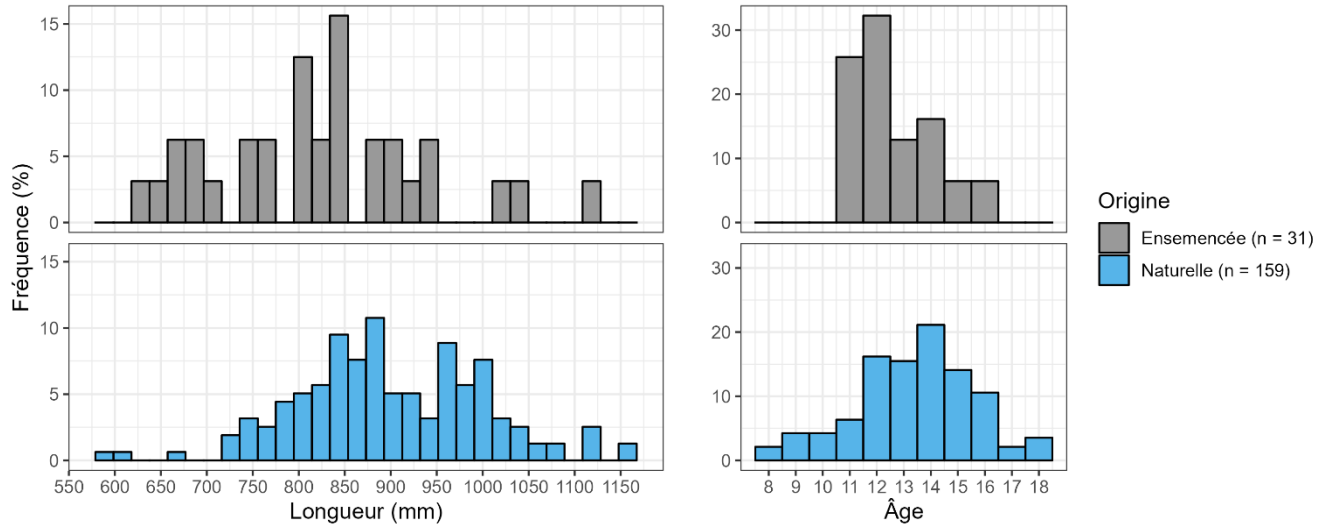
Les valeurs des taux d'exploitation en italique ont été estimées à partir d'une relation taux d'exploitation-effort de pêche.

Les anguilles ensemencées ont montré une taille moyenne de  $817,2 \pm 114,4$  mm, soit significativement inférieure à celle des individus d'origine naturelle, ayant une taille moyenne de  $900,8 \pm 101,8$  mm (test de t;  $t_{1,173} = -3,15$ ;  $p = 0,003$ ; tableau 4). Cette différence morphologique s'est également traduite par des anguilles d'origine naturelle ayant un poids moyen de  $1630,1 \pm 543,1$  g, ce qui est significativement supérieur à celui des individus provenant des ensemencements ( $1248,3 \pm 537,1$  g; test de t;  $t_{1,173} = -3,15$ ;  $p = 0,003$ ). Les anguilles provenant des ensemencements avaient un âge moyen de  $12,6 \pm 1,6$  ans, donc significativement inférieur à celui des anguilles d'origine naturelle, âgées en moyenne de  $13,4 \pm 2,2$  ans (test de t;  $t_{1,173} = -2,23$ ;  $p = 0,029$ ). Les anguilles provenant des ensemencements étaient de tailles comprises entre 635 et 1125 mm et âgées entre 11 et 16 ans, tandis que celles provenant du recrutement naturel avaient des tailles situées entre 596 à 1165 mm et un âge entre 8 et 18 ans (figure 5).

**Tableau 4.** Caractéristiques des anguilles argentées échantillonnées dans l'estuaire du Saint-Laurent en 2021

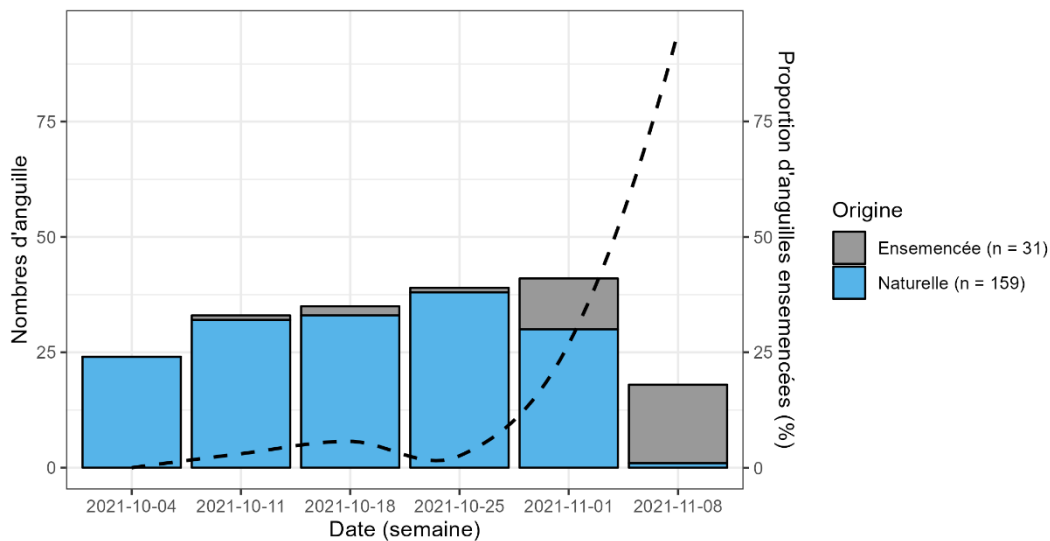
Paramètres	Ensemencées (n = 31)		Naturelles (n = 159)	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Longueur totale (mm)	817,2	114,4	900,8	101,8
Poids (g)	1248,3	537,1	1630,1	543,1
Âge <sup>1</sup>	12,6	1,6	13,4	2,2

<sup>1</sup> L'estimation de l'âge a été réalisée sur 31 anguilles ensemencées et 142 anguilles naturelles.



**Figure 5.** Distribution des fréquences de taille et d'âge des anguilles d'origines ensemencée et naturelle capturées lors de la caractérisation de la récolte commerciale en 2021

Une différence a également été observée quant à la chronoséquence de dévalaison des individus d'origines naturelle et ensemencée (figure 6). Les individus d'origine naturelle en dévalaison ont majoritairement été capturés au début de la saison de pêche, tandis que les individus ensemencés ont principalement été capturés vers la fin de la saison.



**Figure 6.** Nombre d'anguilles naturelles et ensemencées dans l'échantillon de 2021. La courbe représente l'évolution de la proportion (%) d'anguilles ensemencées dans la pêche au fil de la saison de pêche.

Parmi toutes les anguilles argentées échantillonnées, la présence du nématode *Anguillicoloides crassus* a été observée à l'intérieur de la vessie natatoire de sept spécimens, deux provenant des ensemencements et cinq étant d'origine naturelle. Ce constat porte la prévalence de l'infestation à 3,7 % et l'intensité moyenne des infestations à  $1,6 \pm 1,1$  parasite par sujet. Il s'agit, en 2021, de la cinquième année consécutive au cours de laquelle ce parasite exotique a été observé dans une anguille d'origine naturelle.

## 4. Discussion

### 4.1 Paramètres halieutiques

Onze pêcheurs actifs opérant 2 938 mètres de tentures dans l'estuaire en 2021 ont capturé 15,3 tonnes d'anguilles, une valeur significativement inférieure à la moyenne des dernières années (2009-2020). Les CPUE en 2021 étaient comparables à la moyenne de la période 2009-2020, mais inférieures à celles de 2019 et de 2020, saisons où les trappes ont été les plus efficaces depuis les 11 dernières années. La forte capturabilité enregistrée lors des saisons de pêche de 2019 et de 2020 ne semblait pas être attribuable à une contribution plus élevée des anguilles ensemencées dans la récolte, puisque la proportion d'anguilles ensemencées était du même ordre que celle des années précédentes. Cette augmentation de la capturabilité pourrait néanmoins être attribuable à la diminution constante du nombre de trappes et du nombre de tentures effectives et à l'absence de tendance claire en ce qui concerne les débarquements depuis 2011. Le nombre d'anguilles capturées pour l'effort déployé aurait alors vraisemblablement augmenté au fil des années. Cette tendance se reflète également dans l'estimation des CPUE de 2021. Bien que l'effort de pêche de 2021 ait été le plus faible jamais enregistré depuis 2011, des CPUE semblables à la moyenne de la période 2009-2020 et supérieures à celles de la période 2011-2018 ont été observées, pouvant témoigner soit d'une légère augmentation des anguilles en dévalaison ou d'une augmentation de la capturabilité des trappes au cours des dernières années. Il est néanmoins plausible que les pêcheurs aient uniquement conservé les trappes les plus efficaces et que les captures d'anguilles, anciennement réparties dans l'ensemble des trappes, se concentrent dorénavant dans les trappes actives résiduelles. Ce constat pourrait influencer à la hausse les CPUE et, par le fait même, la tendance observée depuis 2011.

Bien que les trappes soient installées en septembre, les captures importantes d'anguilles ne débutent habituellement pas avant la fin de ce mois (Verreault, 2019; Doucet-Caron et Dussureault, 2021). En 2021, les captures d'anguilles ont été majoritairement concentrées entre la fin octobre et la mi-novembre et ont perduré jusqu'en décembre. Au contraire, les captures de 2020 étaient plus étalées tout au long de la saison de pêche et ont cessé à la mi-novembre. Ce décalage des dates de capture pourrait potentiellement s'expliquer par des conditions hydrologiques différentes entre les années, induisant une migration hâtive ou tardive des femelles génitrices vers leur site de reproduction océanique. Verreault et coll. (2012) ont notamment démontré que la migration des anguilles se terminait significativement plus tard lorsque des températures élevées et des niveaux d'eau bas étaient observés en automne. L'hypothèse que la température et les niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent observés en 2021 auraient potentiellement influencé ce décalage devrait être examinée dans le but d'expliquer les écarts de captures. Il est également important de prendre en considération la capturabilité des trappes fixes lors d'épisodes de bas niveau et de faible agitation du fleuve. Des analyses permettant de quantifier l'incidence des facteurs abiotiques sur l'efficacité des trappes permettraient de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse selon laquelle moins d'individus en dévalaison ont été capturés en 2021 en raison de ces facteurs, ou que ces derniers étaient moins propices à des captures au début de la saison de pêche.

### 4.2 Caractérisation des anguilles en dévalaison capturées dans la pêche

La proportion d'individus ensemencés dans la pêche en 2021 figure parmi les plus faibles depuis la mise en place de ce suivi. Contrairement à ce qui était attendu, la proportion des anguilles ensemencées dans la pêche en 2021 (16,3 %) n'a pas augmenté comparativement à l'année précédente (34,5 %;

Doucet-Caron et Dussureault, 2021). Malgré la diminution en proportion des individus ensemencés dans la récolte de 2021, le sous-échantillon a tout de même permis de confirmer que des individus marqués à l'OTC provenaient des six années où les ensemencements ont été réalisés et qu'ils étaient présents dans la majeure partie des classes de taille. Les individus ensemencés en 2009 sont les plus représentés parmi les anguilles marquées dans le sous-échantillon de 2021, suivis de près par les individus ensemencés en 2010. Comme il est possible que l'occurrence des individus ensemencés dans la pêche puisse être influencée par des facteurs indépendants des efforts d'ensemencement, notamment par le recrutement naturel et le taux de survie, il peut être complexe de prédire l'évolution de la proportion des individus ensemencés en dévalaison. Néanmoins, puisque la majorité des individus marqués à l'OTC dans l'échantillon de 2021 provient des ensemencements de 2009 et de 2010, et que peu d'individus ont été transférés en 2010 comparativement aux années précédentes (Verreault et coll., 2010; Pratt et Threader, 2011; Verreault, 2019), il est probable que la proportion des anguilles ensemencées dans la pêche se stabilise ou décline progressivement au cours des prochaines années.

Les transferts d'anguilles de 2009 et 2010 ont exclusivement été réalisés en amont du barrage Moses-Saunders (Verreault et coll., 2010; Pratt et Threader, 2011). Les anguilles provenant des ensemencements ont également été détectées plus tard dans la pêche de 2021 comparativement aux anguilles produites naturellement. La localisation géographique des eaux de croissance de ces anguilles ensemencées pourrait en partie expliquer la date tardive de leur arrivée dans la pêche de l'estuaire du Saint-Laurent. Hodson et coll. (1994) avaient notamment émis l'hypothèse que les anguilles migrantes d'environnements plus éloignés, comme le lac Ontario, seraient capturées plus tard en saison en raison d'une migration décalée ou simplement parce qu'elles auraient une plus grande distance à parcourir.

La présence des anguilles provenant des ensemencements avait été notée dès 2009 dans la pêche de l'estuaire (Verreault et coll., 2010). Couillard et coll. (2014) ont démontré que, lors des premières années du suivi, les anguilles migratrices issues du programme d'ensemencement étaient plus petites que les individus d'origine naturelle et que la taille des anguilles ensemencées était plutôt comparable à celle des anguilles des Maritimes d'où les civelles transférées étaient originaires. Bien que celles-ci aient encore un âge et une taille moyenne significativement inférieurs à ceux des individus d'origine naturelle, il n'est plus possible de les distinguer uniquement sur la base de leurs caractéristiques morphologiques à l'instar des premières années du suivi (Couillard et coll., 2014; Stacey et coll., 2015). Considérant que les différences morphométriques entre les individus ensemencés et ceux recrutés naturellement se sont estompées avec les années et que les anguilles ensemencées migrent dorénavant à un âge plus avancé, cela impliquerait que les individus provenant des ensemencements présentent une certaine plasticité comportementale les poussant à adopter une stratégie migratoire qui a vraisemblablement évolué dans le système du Saint-Laurent au fil des années. Ce constat va cependant à l'encontre de l'hypothèse de Stacey et coll. (2015) stipulant que les civelles ensemencées devraient idéalement être capturées dans le système du Saint-Laurent afin de s'assurer que leur cycle de vie concorde avec leur situation géographique. Les résultats récoltés depuis plusieurs années indiquent qu'une partie des anguilles ensemencées ont suivi des patrons de migration comparables à ceux des individus de la côte atlantique, soit une migration de reproduction plus hâtive et une taille à maturité moindre, et qu'une partie d'entre elles auraient potentiellement adapté leur cycle de vie en fonction des caractéristiques environnementales du Saint-Laurent, une hypothèse également documentée dans la littérature (Davey et Jellyman, 2005; Jessop, 2010). Une analyse approfondie des facteurs ayant pu influencer l'âge à la

migration depuis le début du suivi permettrait de vérifier cette hypothèse et de statuer sur l'importance de réaliser des transferts d'anguilles provenant du même système hydrographique.

Le nombre total d'anguilles en dévalaison en 2021 figurait sous la moyenne des effectifs estimés depuis 2015. Cette estimation repose sur le taux d'exploitation des anguilles argentées prélevées commercialement en 2021. La détermination des effectifs totaux entre 2015 et 2019 demeure, quant à elle, relativement imprécise puisqu'elle repose sur des taux d'exploitation estimés à l'aide de l'effort de pêche déployé, à défaut de pouvoir compter sur un taux d'exploitation évalué annuellement. Les fluctuations inhérentes ne sont donc pas considérées, induisant un certain biais dans l'évaluation de l'effectif total d'anguilles argentées en dévalaison entre 2015 et 2019. Le taux d'exploitation mesuré en 2021 présente des intervalles de confiance élevés (3,1 % à 11,5 %) attribuables à un faible nombre de poissons marqués au site de capture de Cap-Santé. Puisque ce problème semble attribuable à des conditions environnementales défavorables, le projet de capture-marquage-recapture permettant d'obtenir les estimations de taux d'exploitation sera réalisé une nouvelle fois en 2022 afin de s'assurer de la fiabilité des estimations obtenues en 2021.

## 5. Conclusion

Bien que les ensemencements n'aient pas été réalisés dans le but de soutenir l'exploitation commerciale, ceux-ci représentent une proportion importante de la récolte annuelle depuis 2016. L'estimation de 25 722 anguilles ensemencées en dévalaison surpasse notamment la récolte commerciale de 9 626 anguilles en 2021. L'ajout annuel de plusieurs milliers d'anguilles ensemencées au contingent de femelles reproductrices en migration représente un gain significatif pour les anguilles provenant du système Saint-Laurent, considérant que l'ensemble des individus échantillonnés en 2021 étaient une fois de plus uniquement des femelles. Cependant, cette contribution masque partiellement la baisse importante que subissent les anguilles issues du recrutement naturel. La production annuelle d'anguilles argentées provenant du bassin du Saint-Laurent s'établissait en 2021 à 132 081 individus alors qu'on estimait cette même population à environ 452 000 individus en 1996-1997 (Caron et coll., 2003), ce qui représente une chute importante de l'effectif du stock reproducteur en croissance dans le système du Saint-Laurent. Les tendances à la baisse dans les dévalaisons d'anguilles adultes semblent également se traduire par une baisse du recrutement de jeunes anguillettes en montaison. Une baisse notable des anguilles en montaison a été observée depuis 2008 au principal site de suivi du recrutement déployé à la centrale de Beauharnois (Verreault et coll., 2014). Bien qu'une légère hausse des anguilles juvéniles en montaison ait été observée à cette passe migratoire entre 2017 et 2020, les indicateurs dont dispose le MFFP laissent présager un avenir incertain quant à la capacité de l'anguille d'Amérique à se maintenir dans le bassin du Saint-Laurent, en amont de Québec.

## 6. Remerciements

Plusieurs personnes ont participé à ce projet et nous tenons à souligner leur implication. Un merci tout particulier aux 11 pêcheurs commerciaux d'anguilles de l'estuaire du Saint-Laurent. Leur collaboration s'est avérée essentielle pour la réalisation de cette étude. Merci à David Stanley, d'OPG, pour son soutien et ses commentaires tout au long des travaux. Les auteurs tiennent finalement à remercier Philippe Brodeur et Jean-François Dumont pour leur contribution à une version préliminaire de ce rapport, qui auront permis de bonifier grandement sa qualité.

## 7. Bibliographie

- Arnason, A.N., C.W. Kirby, C.J. Schwarz et J.R. Irvine. 1996. Computer analysis of data from stratified mark-recovery experiments for estimation of salmon escapements and other populations. Canadian technical report of fisheries and aquatic sciences, 36 pages.
- Caron, F., P. Dumont, Y. Mailhot et G. Verreault. 2007. L'anguille au Québec, une situation préoccupante. *Le Naturaliste Canadien*. 131(1) : 59–66.
- Caron, F., G. Verreault et E. Rochard. 2000. Estimation du nombre d'anguilles d'Amérique (*Anguilla rostrata*) quittant le bassin versant du Saint-Laurent et de son taux d'exploitation. Société de la faune et des parcs du Québec. 45 pages.
- Caron, F., G. Verreault et É. Rochard. 2003. Estimation of the Population size, Exploitation Rate, and Escapement of Silver-Phase American eels in the St. Lawrence Watershed. Pages 235-242 in D.A. Dixon, editor. *Biology, Management, and Protection of Catadromous Eels*. American Fisheries Society Symposium 33 Bethesda, Maryland.
- COSEPAC. 2012. Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur l'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xiii + 127 pages.
- Couillard, C.M., G. Verreault, P. Dumont, D. Stanley et R.W. Threader. 2014. Assessment of fat Reserves Adequacy in the First Migrant Silver American Eels of a Large-Scale Stocking Experiment. *North American Journal of Fisheries Management* 34 : 802-813.
- Daigle, G. et A.-S. Julien. 2012. Estimation du nombre d'anguilles d'Amérique en migration d'avalaison dans l'estuaire du Saint-Laurent et de son taux d'exploitation par la pêche commerciale en 2011. Service de consultation statistique, Université Laval, 17 pages.
- Davey, A.J.H. et D.J. Jellyman. 2005. Sex determination in freshwater eels and management options for manipulation of sex. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 15: 37–52.

- Desbois-Bédard, L. et G. Daigle. 2021. Estimation du nombre d'anguilles d'Amérique en migration d'avalaison et de leur taux d'exploitation par la pêche commerciale dans l'estuaire du Saint-Laurent en 2020. Service de consultation statistique, Université Laval, 11 pages.
- Desbois-Bédard, L. et G. Daigle. 2022. Estimation du nombre d'anguilles d'Amérique en migration d'avalaison et de leur taux d'exploitation par la pêche commerciale dans l'estuaire du Saint-Laurent en 2021. Service de consultation statistique, Université Laval, 11 pages.
- Doucet-Caron, J. et J. Dussureault. 2021. Estimation de l'abondance et des caractéristiques des anguilles d'Amérique provenant des ensemencements dans la pêche commerciale de l'estuaire du Saint-Laurent en 2020. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la gestion de la faune du Bas-Saint-Laurent. 12 pages.
- Hodson, P., M. Castonguay, C. Couillard, C. Desjardins, E. Pelletier et R. McLeod. 1994. Spatial and temporal variations in chemical contamination of American Eels, *Anguilla rostrata*, captured in the estuary of the St. Lawrence River. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 51 : 464–478.
- ICES. 2011. Report of the Workshop on Age Reading of European and American Eel (WKAREA2), 22-24 March 2011. Bordeaux, France. ICES CM 2011/ACOM : 43. 35 pages.
- Jessop, B.M. 2010. Geographic effects on American eel (*Anguilla rostrata*) life history characteristics and strategies. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 67 : 326–346.
- Meerbeek, J.R. 2018. Marking Walleye with Oxytetracycline in Clear Lake, Iowa Department of Natural Resources, 27 pages.
- Pratt, T.C. et R.W. Thresher. 2011. Preliminary evaluation of a large-scale American eel conservation stocking experiment. *North American Journal of Fisheries Management*, 31(4) : 619–628.
- Seber, G.A.F. 1982. The estimation of animal abundance and related parameters. 2nd ed., Charles Griffin, London, 654 pages.
- Simon, J. et H. Dorner. 2005. Marking the European eel with oxytetracycline, alizarin red and coded wire tags: an evaluation of methods. *Journal of Fish Biology*, 67(5) : 1486–1491.
- Stacey, J.A., T. Pratt, G. Verreault et M.G. Fox. 2015. A caution for conservation stocking as an approach for recovering Atlantic eels. *Aquatic Conservation, Marine and Freshwater Ecosystems*. 25(4) : 569-580.
- Talbot, D., G. Daigle et L.-P. Rivest. 2011. Estimation du nombre d'anguilles d'Amérique en migration d'avalaison dans l'estuaire du Saint-Laurent et de son taux d'exploitation par la pêche commerciale en 2010. Service de consultation statistique, Université Laval, 32 pages.

- Tardif, R. 2012. Procédure de préparation et de montage des otolithes d'anguille. Version 2. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise Faune-Forêts-Territoire, Direction générale du Bas-Saint-Laurent. 23 pages.
- Unkenholz, E.G., M.L. Brown et K.L. Pope. 1997. Oxytetracycline Marking Efficacy for Yellow Perch Fingerlings and Temporal Assays of Tissue Residues. *The Progressive Fish-Culturist*. 59 : 280-284.
- Verreault, G. 2019. Estimation de l'abondance des anguilles d'Amérique provenant des ensemencements dans la pêche de l'estuaire du Saint-Laurent en 2019. Guy Verreault – Expertises scientifiques. 20 pages.
- Verreault, G. et P. Dumont. 2003. An estimation of American eel escapement from the Upper St. Lawrence River and Lake Ontario in 1996 and 1997. Pages 243-251 in D.A. Dixon, editor. *Biology, Management, and Protection of Catadromous Eels*. American Fisheries Society Symposium 33 Bethesda, Maryland.
- Verreault, G., M. Mingelbier et P. Dumont. 2012. Spawning migration of American eel *Anguilla rostrata* from pristine (1843–1872) to contemporary (1963–1990) periods in the St Lawrence Estuary, Canada. *Journal of Fish Biology*. 81: 387–407.
- Verreault, G., P. Dumont, J. Dussureault et R. Tardif. 2010. First record of migrating American eels (*Anguilla rostrata*) in the St. Lawrence Estuary originating from a stocking program. *Journal of Great Lakes Research*. 36 : 794-797.
- Verreault, G., R. Tardif et M. Tremblay. 2014. Structure en âge des anguilles d'Amérique (*Anguilla rostrata*) en montaison aux passes migratoires de Beauharnois et de Chambly en 2009, 2011 et 2013. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la gestion de la faune du Bas-Saint-Laurent. Rivière-du-Loup. 33 pages.

