



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences des écosystèmes
et des océans

Ecosystems and
Oceans Science

Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)

Document de recherche 2022/009

Région des Maritimes

**Évaluation des pêches de l'anguille d'Amérique et de la civelle dans la région des
Maritimes**

R.G. Bradford, A.M. Cook et S. Smith

Division de l'écologie des populations, Direction générale des sciences
Pêches et Océans Canada
Institut océanographique de Bedford
C.P. 1006, 1, promenade Challenger
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2

Avant-propos

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Publié par :

Pêches et Océans Canada
Secrétariat canadien des avis scientifiques
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

<http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/>
csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2022

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-41966-4 N° cat. Fs70-5/2022-009F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

Bradford, R.G., Cook, A.M., et Smith, S. 2022. Évaluation des pêches de l'anguille d'Amérique et de la civelle dans la région des Maritimes. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/009. v + 80 p.

Also available in English :

Bradford, R.G., Cook, A.M., and Smith, S. 2022. Assessment of the Maritimes Region American Eel and Elver fisheries. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2022/009. v + 76 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	v
INTRODUCTION	1
GESTION DE LA PÊCHE	2
GRANDES ANGUILLES (JAUNES ET ARGENTÉES).....	3
CIVELLES	4
SOURCES DE DONNÉES ET LIMITES DES DONNÉES.....	5
RESSOURCES CARTOGRAPHIQUES.....	5
Emplacement des bassins hydrographiques des rivières et estimations de la superficie.....	5
LIEUX DE PECHE.....	6
Pêche à la civelle	6
Pêche à l'anguille	6
INSTALLATIONS HYDROELECTRIQUES.....	7
PARASITE DE LA VESSIE NATATOIRE.....	8
DONNÉES SUR LE CYCLE BIOLOGIQUE DE L'ANGUILLE POUR ÉTAYER L'ANALYSE DES REPRODUCTEURS PAR RECRUE.....	8
INDICES DÉPENDANTS DE LA PÊCHE	9
Potentiel de la pêche à l'anguille, prises et effort.....	9
Potentiel de pêche à la civelle, prises et effort.....	9
Pêche ne ciblant pas l'anguille ou la civelle	10
INDICES INDÉPENDANTS DE LA PÊCHE.....	10
Relevés régionaux par pêche à l'électricité.....	10
Indices de l'abondance de l'anguille argentée	10
Indices de l'abondance de la civelle et de l'anguille juvénile	11
ANALYSES DES DONNÉES.....	12
PERMIS DE PECHE, DEBARQUEMENTS, LIEUX ET EFFORT	12
PRISES DE CIVELLE PAR RAPPORT A LA SUPERFICIE DU BASSIN HYDROGRAPHIQUE.....	13
INDICES DE L'ABONDANCE DE LA CIVELLE	13
ESTIMATIONS DE L'EFFECTIF TOTAL DE LA MONTAISON/DE L'ECHAPPEE DES CIVELLES ET DE LA PRODUCTION DES ANGUILLES ARGENTÉES	14
INDICES DE L'ABONDANCE DES JUVENILES	14
TENDANCES TEMPORELLES DES INDICES DES CIVELLES ET DES JUVENILES	14
BIOMASSE REPRODUCTRICE PAR RECRUE CHEZ L'ANGUILLE	14
RÉSULTATS ET DISCUSSION	15
TENDANCES DE L'ÉTAT ET DE L'EXPLOITATION DU STOCK.....	15
DÉPENDANTES DES PÊCHES	16
Anguilles.....	16
Civelles.....	17
DISCUSSION.....	18
Anguilles.....	18

Civelles.....	19
Pêches à l'anguille et à la civelle	20
INDÉPENDANTES DES PÊCHES.....	20
Indices de l'abondance de la civelle.....	20
Juvéniles	21
Estimations de la production de civelles et d'anguilles argentées	21
Parasite de la vessie natatoire	21
CHEVAUCHEMENT SPATIAL DES PÊCHES À L'ANGUILLE ET À LA CIVELLE	22
POINTS DE RÉFÉRENCE DE LA MORTALITÉ RECOMMANDÉS POUR LES ANGUILLES	22
Pêches à l'anguille	22
Centrales hydroélectriques	23
POINTS DE REFERENCE DE LA MORTALITE RECOMMANDES POUR LES PECHES A LA CIVELLE	23
CONSEQUENCES SUR LES MESURES DE GESTION EXISTANTES	24
CALENDRIER D'EVALUATION ET CONTENU DES MISES A JOUR.....	25
REMERCIEMENTS	26
RÉFÉRENCES CITÉES	26
TABLEAUX	30
FIGURES	50
ANNEXE 1	75
SURVEILLANCE DE LA MONTAISON DE CIVELLES VERS LA RIVIÈRE EAST, À CHESTER	75
Zone d'étude	75
Collectes	75
Traitement des échantillons	76
Prises commerciales	77
Étalonnages du nombre de civelles par unité de volume.....	78
Estimation du nombre de civelles par volume d'après les données biologiques	78

RÉSUMÉ

La situation des pêches à l'anguille et à la civelle dans la région des Maritimes a été évaluée pour la dernière fois en 1996, et elle a été réévaluée afin de fournir des conseils à la direction concernant l'état actuel de la population d'anguilles d'Amérique de la région; d'évaluer les sources actuelles et les impacts possibles de la mortalité d'origine anthropique sur la productivité de l'anguille d'Amérique; et d'établir des points de référence de la mortalité (F) qui correspondent à la biomasse Reproductrice Par Recrue (RPR) pour RPR₃₀ % et RPR₅₀ %.

L'évaluation de la pêche à l'anguille a été limitée par la disponibilité des données. Les débarquements et les lieux de débarquement déclarés indiquent toutefois que la pêche est actuellement peu intensive, de sorte que les débarquements actuels sont considérés comme n'ayant qu'un impact modéré sur la productivité des anguilles. La pêche à la civelle, bien que géographiquement étendue, est de taille relativement modérée si l'on se base sur la proportion de l'habitat de l'anguille qui est soumise à la pêche à la civelle. Les taux d'exploitation de la pêche à la civelle sont généralement modérés, à l'exception des pêcheries situées à l'embouchure des bassins versants d'environ 250 km² ou moins. L'étendue du chevauchement, par rapport à l'habitat total disponible pour les anguilles d'Amérique, entre les pêcheries d'anguilles et de civelles, a été modérée (6–8 %) au cours des dernières années. Cependant, l'étendue du chevauchement est sensible au taux de participation et au choix de lieux de pêche des pêcheurs d'anguilles d'Amérique. Des points de référence de mortalité ont été proposés pour les pêcheries d'anguilles et de civelles et pour les échappées d'anguilles argentées au-delà des barrages hydroélectriques. La pêche à la civelle a été évaluée par rapport à $F = 1,2$ et $F = 0,69$, qui correspondent respectivement à RPR₃₀ % et à RPR₅₀ %, en utilisant des indices de production de civelle basés sur l'habitat, dérivés du recrutement observé et modélisé de la civelle, et des estimations d'échappées de la pêche pour la rivière East à Chester. Dans l'ensemble, l'exploitation des civelles est inférieure à RPR₃₀ % mais des signes de surexploitation sont apparents dans les bassins versants de moins de 250 km². Ensemble, ils représentent environ 6 % de l'habitat total disponible pour les anguilles dans la région des Maritimes, environ 20 % de la zone totale de pêche à la civelle et environ 70 % à 73 % des 110 bassins versants autorisés pour la pêche à la civelle. L'estimation de la médiane à long terme du recrutement de civelles dans la rivière East à Chester est recommandée comme principal indice de la productivité de l'anguille d'Amérique, jusqu'à ce que des indices de l'état de l'anguille d'Amérique, dépendants ou indépendants de la pêche, soient disponibles.

INTRODUCTION

L'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*) est une espèce très répandue présente du nord de l'Amérique du Sud jusqu'au Groenland et en Islande. Il s'agit d'une espèce panmictique (tous les individus font partie de la même population), catadrome (les individus frayent en mer et passent une partie de leur vie en eau douce) et sémelpare (les individus se reproduisent une fois avant de mourir). Le frai a lieu dans la mer des Sargasses, bien au sud des eaux territoriales canadiennes. Au stade du recrutement, les juvéniles se transforment en civelles (ou anguillettes) dans les eaux continentales canadiennes au cours de l'année suivant leur année d'éclosion. Au Canada, l'anguille d'Amérique est présente dans presque toutes les eaux douces, saumâtres et côtières protégées accessibles depuis la frontière canado-américaine au sud jusqu'au lac Melville, au Labrador, au nord, y compris le bassin laurentien des provinces de l'Ontario et du Québec et sur l'île de Terre-Neuve. L'anguille d'Amérique est traditionnellement pêchée par les peuples autochtones à des fins alimentaires, sociales et rituelles, et ces pêches demeurent importantes de nos jours sur le plan culturel. Elle soutient également les pêches commerciales et récréatives dans la majeure partie de son aire de répartition canadienne. La pêche commerciale pratiquée dans la région des Maritimes (figure 1) est la seule pêche à l'anguille au Canada qui comprend des prélèvements d'anguilles au stade de recrue (civelles ou anguillettes), de juvénile (anguille jaune) et d'adulte (anguille argentée). Tous les prélèvements par les pêches ont lieu avant le frai.

Les civelles sont définies dans la réglementation comme des anguilles de moins de 10 cm (4 po) de longueur totale et, dans la région des Maritimes, elles sont gérées comme une pêche distincte. Un plan de gestion intégrée des pêches (PGIP) a été élaboré en 1998 pour la pêche à la civelle dans la région des Maritimes (DFO 1998) et mis à jour en 2018 (MPO 2018) pour guider les décisions régionales en matière de gestion des pêches. Le PGIP mis à jour a été élaboré conformément au cadre du MPO pour une approche écosystémique de la gestion intégrée (MPO 2007). Ce cadre définit trois objectifs de conservation qui doivent être pris en compte lors de la planification de la gestion intégrée des pêches, à savoir :

1. *Productivité* : Ne pas causer de réduction inacceptable de la productivité afin que les composantes puissent remplir leur rôle dans le fonctionnement de l'écosystème.
2. *Biodiversité* : Ne pas causer de réduction inacceptable de la biodiversité afin de préserver la structure et la résilience naturelle de l'écosystème.
3. *Habitat* : Ne pas causer de modification inacceptable à l'habitat afin de protéger les propriétés physiques et chimiques de l'écosystème.

Les pêches de l'anguille jaune et de l'anguille argentée – généralement appelées « grandes anguilles » ou simplement « anguilles » – sont gérées collectivement. Aucun PGIP n'a été élaboré pour la pêche à l'anguille.

La situation des pêches à l'anguille et à la civelle dans la région des Maritimes a été évaluée pour la dernière fois en 1996 (Jessop 1996a,b). Plus récemment, des indices de l'état général ont été compilés à l'appui d'un examen national préalable au COSEPAC (Bradford 2013) et d'une évaluation du potentiel de rétablissement de l'anguille d'Amérique (MPO 2014) et pour aider à mesurer les progrès accomplis en vue de la réduction de 50 % de la mortalité d'origine anthropique (DFO 2010). Dans son évaluation de 2012, le COSEPAC a désigné l'anguille d'Amérique en tant qu'espèce menacée (COSEPAC 2012). On envisage actuellement l'inscription de cette espèce à la liste visée par la *Loi sur les espèces en péril*.

En vue de soutenir la gestion de la pêche à l'anguille d'Amérique et à la civelle, la Direction de la gestion des pêches du MPO a demandé au Secteur des sciences du MPO d'évaluer l'état de

la ressource et les conséquences de divers niveaux de prises et de diverses stratégies. Ce dernier a déterminé qu'un examen du cadre des données de l'évaluation et de la démarche était nécessaire pour établir les fondements scientifiques requis pour la formulation d'un avis à l'intention des gestionnaires. La réunion-cadre d'octobre 2016 (DFO 2017) a examiné l'utilité des ensembles de données existants pour évaluer les impacts des principales sources de mortalité d'origine anthropique (les pêches dirigées pour les grandes anguilles et les civelles, ainsi que les installations de production hydroélectrique [MPO 2014]) sur l'état de l'anguille d'Amérique et pour élaborer des points de référence fondés sur F . La répartition actuelle du parasite de la vessie nataoire (*Anguillicoloides crassus*), un nématode envahissant arrivé relativement récemment dans les eaux de la région des Maritimes (Aieta et Oliveira 2009, Campbell *et al.* 2013), a également été évaluée. On ne comprend pas encore totalement la perte potentielle de productivité des anguilles qui pourrait résulter de l'infection par ce parasite. On s'attend à un impact négatif (COSEPAC 2012, MPO 2014).

Le but de cette évaluation est d'élaborer un avis à l'intention de la direction selon l'approche d'évaluation, qui vise, en termes généraux, à évaluer les effets de la mortalité d'origine anthropique sur la productivité et la biodiversité des anguilles aux échelles régionale et locale (p. ex. par bassin versant).

Les objectifs précis de l'évaluation sont de répondre aux questions suivantes :

1. Quelles tendances relatives à l'état du stock et à l'exploitation sont observées dans les séries chronologiques de sources de données dépendantes et indépendantes de la pêche utilisées pour se renseigner sur l'état du recrutement des civelles et de la pêche à la civelle dans la région des Maritimes?
2. Quelle est l'étendue du chevauchement spatial entre les pêches commerciales à l'anguille et à la civelle chaque année depuis 2015?
3. D'après une analyse des reproducteurs par recrue, quels sont les points de référence recommandés pour permettre aux anguilles de s'échapper des pêches et des installations hydroélectriques? Le taux de mortalité actuel est-il dans ces limites?
4. Quels sont les points de référence basés sur la valeur F recommandés pour la pêche à la civelle dans la région des Maritimes? Quelle est la situation de l'exploitation actuelle par rapport aux points de référence?
5. Quelles seront les conséquences de ces points de référence sur les mesures de gestion existantes concernant la pêche à l'anguille et à la civelle s'ils sont adoptés?
6. Quel est le calendrier pour les évaluations futures de l'anguille d'Amérique et quels renseignements seront inclus dans les mises à jour fournies entre les évaluations?

GESTION DE LA PÊCHE

Au moins quatre lois fédérales, en plus de la *Loi sur les espèces en péril*, s'appliquent directement ou indirectement à l'anguille d'Amérique : la *Loi sur les pêches*, le *Règlement de pêche (dispositions générales)*, le *Règlement de pêche des provinces maritimes* et le *Règlement sur les permis de pêche communautaires des Autochtones*. La *Loi sur les pêches* vise à protéger l'habitat du poisson, tandis que les règlements qui l'accompagnent fournissent les outils nécessaires pour protéger, conserver et gérer les pêches. Voici certaines des dispositions réglementaires les plus importantes appliquées à la pêche à l'anguille d'Amérique et à la civelle :

-
- Les articles 36 à 38 du *Règlement de pêche des provinces maritimes*, qui établissent les restrictions relatives aux engins, les périodes de fermeture (saisons de pêche), les restrictions relatives à la longueur et les quotas pour la pêche récréative;
 - L'article 6 du *Règlement de pêche (dispositions générales)*, qui prévoit la délivrance d'ordonnances modificatives pour changer ou fermer une saison de pêche, ou modifier une limite de taille fixée par règlement;
 - L'article 22 du *Règlement de pêche (dispositions générales)*, qui prévoit la délivrance de permis assortis de conditions.

Les permis pour l'anguille sont valables pour un comté (figure 2) et pour les eaux à marée et sans marée. Les permis pour la civelle sont uniquement valables pour les bassins hydrographiques côtiers qui sont nommés dans les conditions de permis propres à chaque permis.

GRANDES ANGUILLES (JAUNES ET ARGENTÉES)

Il n'existe pas d'objectifs de gestion ni de quotas de prises pour la pêche commerciale, commerciale communautaire, récréative ou autochtone à des fins alimentaires, sociales et rituelles (ASR) dans la région des Maritimes. Cependant, les règlements et les politiques de délivrance des permis ont changé dans le temps en réaction aux préoccupations entourant la conservation. Depuis mai 1993, aucun nouveau permis de pêche commerciale à l'anguille n'a été délivré et la réémission des permis n'a été autorisée que pour les détenteurs de permis enregistrés l'année précédente. Les permis de pêche récréative à l'anguille ont été gelés en 1997. Les prises étaient soumises à des limites de taille et de prises, et l'effort était limité à l'utilisation de quatre casiers au maximum. Tous les autres permis récréatifs sont non transférables, terminaux.

Les règlements actuellement en vigueur exigent :

- un permis de pêche commerciale (y compris la pêche commerciale communautaire) ou récréative, sauf pour la pêche à la ligne ou au harpon dans les eaux à marée. Les méthodes de pêche autorisées sont la pêche à la ligne, les casiers, les pièges (verveux et filets-pièges), les épuisettes et les harpons. Les palangres et les lignes fixes sont autorisées au Nouveau-Brunswick (N.-B.). Dans les eaux intérieures, il y a une saison de pêche interdite pour les pièges à anguille du 1^{er} novembre au 14 août, et pour les harpons toute l'année;
- une distance de 200 m doit être maintenue par rapport à tout engin de pêche préalablement posé;
- les engins de pêche ne doivent pas être laissés sans surveillance dans l'eau pendant plus de 72 heures;
- les engins de pêche doivent être marqués au nom du propriétaire et, en cas d'utilisation d'un bateau, à l'immatriculation de celui-ci;
- les pièges à anguille doivent avoir une ouverture de 90 cm pour permettre aux poissons de s'échapper, et les verveux ne doivent pas pouvoir capturer les poissons du lever au coucher du soleil dans les eaux intérieures de la Nouvelle-Écosse (N.-É.);
- les anguilles de moins de 35 cm de longueur totale (LT) doivent être remises vivantes à l'eau;
- des mécanismes d'échappement avec des ouvertures de 1 pouce (2,5 cm) sur ½ pouce (1,27 cm) pour tous les engins;

-
- les anguilles ne doivent pas être conservées comme prises accessoires dans une pêche (article 33 du *Règlement de pêche (dispositions générales)*);
 - les titulaires de permis doivent, en vertu des conditions de leur permis (à partir de 2014), présenter leurs journaux de bord à une entreprise de vérification à quai (EVQ) pour la saisie des données. Étant donné que la possession des conditions de permis est une condition préalable à la pratique de l'activité de pêche commerciale, cette mesure exige essentiellement que les titulaires de permis déclarent leurs activités de pêche de l'année précédente (ou indiquent qu'ils n'ont pas pêché) avant de pratiquer la pêche commerciale pendant l'année en cours. Les journaux de bord renvoyés fournissent des informations sur les prises et l'effort de pêche quotidiens, par type d'engin et par bassin hydrographique.

CIVELLES

La pêche commerciale à la civelle a commencé en 1996 sous la forme d'une pêche par allocation d'entreprise, après plusieurs années de pêche expérimentale ayant débuté en 1989. Depuis 1998, le nombre de permis a été limité à neuf. Chaque titulaire de permis dispose de zones de pêche autorisées (rivières et ruisseaux nommés), de quantités et de types d'engins définis, et d'un nombre maximum défini de pêcheurs pouvant être déployés pour pêcher un quota individuel non transférable. Les zones de pêche ont été approuvées sur la base du fait qu'aucune pêche commerciale des grandes anguilles n'avait eu lieu au cours des trois années précédentes. Cette politique est restée en vigueur au fil des ans, et elle demeure une considération importante lors de l'examen des demandes présentées par les titulaires de permis en vue d'échanger une rivière prévue à leur permis contre un nouveau site de pêche. L'efficacité de la politique, en tant que moyen de décourager la pêche des grandes anguilles et des civelles dans le même bassin versant, n'a pas été évaluée.

Tant les quotas individuels que les circonstances dans lesquelles les détenteurs de permis de pêche à la civelle peuvent pêcher au-delà de leur quota ont changé avec le temps. En bref, de 1998 à 2004, le quota individuel était fixé à 1 333 kg de poids humide pour huit titulaires de permis et à 400 kg de poids humide pour l'autre permis, ce qui donne un total autorisé des captures (TAC) global de 11,06 t de poids humide pour la pêche. Chaque titulaire de permis pouvait demander une augmentation de 30 % de son quota individuel une fois celui-ci atteint, ce qui portait les prises annuelles maximales possibles à 1 733 kg pour huit détenteurs de permis et à 520 kg de poids humide pour l'autre permis.

En 2005, en réponse aux préoccupations en matière de conservation exprimées pour l'état de l'anguille d'Amérique au Canada, les quotas individuels ont été réduits de 10 %, à 1 200 kg (n = 8) et 360 kg (n = 1) de poids humide, ce qui a entraîné une réduction du TAC à 9,96 t de poids humide. La possibilité de demander une augmentation de 30 % d'un quota individuel a été supprimée. Toutefois, les titulaires de permis peuvent pêcher 10 % supplémentaires (120 kg et 36 kg) du quota si le poisson est destiné à l'empoisonnement en vue de la conservation dans les eaux canadiennes¹.

Il existe huit permis commerciaux et un permis commercial communautaire (Premières Nations).

¹ Environ 6 215 500 civelles acquises auprès de titulaires de permis de pêche commerciale à la civelle ont été empoisonnées dans le bassin laurentien entre 2005 et 2010 (Stacey *et al.*, 2014). La proportion des civelles empoisonnées qui ont été pêchées dans le cadre du quota supplémentaire de 10 % alloué à l'empoisonnement en vue de la conservation n'est pas connue mais était probablement faible à modeste.

Les titulaires de permis ne sont pas tenus d'utiliser un seul type d'engin pour pêcher dans un lieu de pêche précis (c'est-à-dire qu'il est possible d'utiliser une épuisette pendant que l'engin fixe est posé et pêche). Toutefois, le nombre de casiers qui peuvent être posés dans une rivière de pêche nommée est limité, généralement pas plus de deux ou trois, selon le permis. Des distances minimales entre les engins sont définies. Il n'y a pas de limite au nombre de personnes qui peuvent pêcher la civelle à l'épuisette dans une rivière donnée en même temps, à condition que leur nombre ne dépasse pas le maximum indiqué sur le permis. L'utilisation d'ailes lors de la pêche à l'épuisette est limitée et soumise à des restrictions quant à la largeur maximale du chenal qui peut être bloquée (un tiers et deux tiers dans les eaux à marée et les eaux sans marée, respectivement). Les nombres totaux des engins sont résumés dans le tableau 1.

SOURCES DE DONNÉES ET LIMITES DES DONNÉES

RESSOURCES CARTOGRAPHIQUES

Emplacement des bassins hydrographiques des rivières et estimations de la superficie

On considère que l'anguille d'Amérique est présente dans tous les bassins hydrographiques directement reliés aux eaux de marée dans la région des Maritimes, et on peut s'attendre à la rencontrer dans les habitats d'eau douce tant lotiques (eau courante) que lentiques (lacs, étangs). La quantité de chaque type d'habitat contenu dans les bassins hydrographiques fluviaux de la région des Maritimes n'a pas été calculée de manière exhaustive. L'estimation des proportions de l'habitat de croissance en eau douce touchées par des activités humaines qui entraînent la mortalité des anguilles est donc limitée à l'utilisation de la superficie totale des différents bassins hydrographiques des rivières comme indice de l'habitat disponible.

Les informations concernant la superficie des bassins hydrographiques de chaque rivière ont été extraites, lorsqu'elles étaient disponibles, des séries de cartes numériques du Réseau hydrographique du Nouveau-Brunswick (ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick, Fredericton, N.-B.) et des bassins versants secondaires de la Nouvelle-Écosse (ministère de l'Environnement de la Nouvelle-Écosse, Halifax, N.-É.). Cependant, les anguilles et les civelles sont pêchées dans de nombreux petits bassins versants fluviaux reliés directement aux eaux de marée qui ne sont pas résolus dans les divisions existantes des polygones des bassins hydrographiques des rivières de la série de cartes numériques. Les estimations de la superficie de ces derniers ont été acquises en dessinant à la main des polygones le long des lignes de partage des eaux séparant des bassins versants adjacents.

Les noms publiés dans la Gazette pour tous les bassins hydrographiques ont été acquis auprès de la New Brunswick Geographic Information Corporation (1993) et du Nova Scotia Geomatics Centre (2001).

La superficie totale du bassin hydrographique de la zone frontalière de la région des Maritimes (Scotia-Fundy) a été estimée à 118 846 km² (Cairns *et al.* 2014) et est illustrée sur la figure 3; 55 111 km² (46,4 %) se trouvent dans le réseau du fleuve Saint-Jean. Les habitats humides du fleuve Saint-Jean ne sont pas tous accessibles aux anguilles d'Amérique. Par exemple, le Grand Sault (23 m de hauteur), situé au kilomètre 360, est un obstacle naturel à la migration vers l'amont pour une variété d'espèces de poissons (Kidd *et al.* 2011). L'absence de registres vérifiables des occurrences d'anguilles d'Amérique dans les 8 114 km² du bassin hydrographique du fleuve en amont du Grand Sault indique que les anguilles d'Amérique ne peuvent peut-être pas coloniser naturellement cette partie du fleuve Saint-Jean. La zone

d'occurrence historique de l'anguille d'Amérique dans la région des Maritimes est donc estimée à 110 732 km².

Le barrage de Mactaquac (environ 40 m de hauteur), au kilomètre 140 (Kidd *et al.* 2011), est considéré comme un obstacle artificiel à la migration en amont de l'anguille d'Amérique. Des anguilles n'ont été que rarement capturées lors des relevés à la pêche à l'électricité menés par le Secteur des sciences du MPO dans les affluents situés au-dessus du barrage (tableau 2b), alors qu'elles sont courantes dans ceux qui sont effectués dans les affluents situés en dessous du barrage (tableau 2ai et tableau 2aii). Les quelques anguilles qui ont été détectées au-dessus du barrage de Mactaquac y ont peut-être été transportées-relâchées accidentellement après avoir été capturées dans les installations de collecte mises en place à la base du barrage pour faciliter le piégeage et le transport du saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*) et des aloses. Des civelles ont été observées à la base du barrage ces dernières années (Groom 1975), et des anguilles juvéniles (jaunes) sont présentes en nombre observable à proximité des installations de collecte pendant les mois d'été (R.G. Bradford, MPO; observation personnelle). La superficie du bassin hydrographique de la partie du fleuve Saint-Jean située entre le Grand Sault et le barrage de Mactaquac a été estimée à 17 014 km² (Kidd *et al.* 2011). La superficie du bassin hydrographique du fleuve Saint-Jean située en aval du barrage de Mactaquac est actuellement la seule partie du fleuve qui est considérée comme accessible à l'anguille d'Amérique par le biais de la colonisation naturelle. Elle a été estimée à 29 983 km² (Kidd *et al.* 2011). La zone d'occurrence actuelle de l'anguille d'Amérique dans la région des Maritimes est donc estimée à 93 718 km² (figure 4).

LIEUX DE PECHE

Pêche à la civelle

Une civelle est définie dans la réglementation comme une anguille de moins de 10 cm de longueur totale. La pêche à la civelle se pratique à proximité ou à la limite de marée dans un nombre précis et limité de bassins hydrographiques de rivière qui sont spécifiés dans les conditions de permis renouvelées chaque année. Les rivières ont été ouvertes à la pêche à la civelle à condition que la pêche aux grandes anguilles n'ait pas eu lieu dans la rivière au cours des trois années précédentes. Un grand nombre des 65 rivières où la pêche à la civelle a été autorisée au début de la pêche commerciale en 1996 restent actives et font l'objet d'une pêche annuelle lorsque les conditions du marché le justifient. Cependant, d'autres rivières dont le potentiel pour la pêche à la civelle a été évalué les premières années de la pêche ont été abandonnées ou échangées contre une autre rivière. Les lieux de pêche et le nombre de rivières pour lesquels des permis individuels ont été délivrés ont changé avec le temps, soit par l'ajout de rivières supplémentaires, soit par l'échange d'une rivière contre une autre, soit par des échanges de rivières entre titulaires de permis. Il existe actuellement 110 lieux de pêche à la civelle autorisés, qui ne sont pas tous exploités chaque année.

La documentation sur les activités de pêche à la civelle est très complète et comprend la déclaration des prises (en kg de poids humide), de l'effort, du type d'engin et du nombre d'engins utilisés lors de chaque sortie de pêche. Les journaux de bord tenus par les titulaires de permis sont soumis chaque année au MPO et constituent une source d'informations permettant de déterminer les lieux où la pêche à la civelle est pratiquée.

Pêche à l'anguille

Les registres des activités de pêche à l'anguille avant 2008 ne fournissent pas d'informations détaillées concernant les lieux de pêche ou les prises par permis, ni les captures par unité d'effort, ni les prises par type d'engin pour la pêche dans la région des Maritimes (Bradford

2013). Contrairement à la pêche à la civelle, où les titulaires de permis ne sont autorisés à pêcher que dans des bassins versants fluviaux précis, les permis de pêche à l'anguille sont valables pour un comté situé dans les parties du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse relevant de la région des Maritimes. Les réseaux fluviaux où la pêche était pratiquée dans le comté n'étaient pas précisés. Les tentatives lancées en 2000 en vue d'obtenir une représentation plus complète du caractère spatial de cette pêche en prévoyant un champ dans les journaux de bord pour indiquer les lieux n'ont pas abouti. Le taux de conformité à la demande de détails supplémentaires était faible, tout comme le taux de retour des journaux de bord (MPO, inédit). Les journaux de bord n'ont pas été distribués pour la saison de pêche 2008.

Un journal de bord remanié permettant d'enregistrer l'activité de pêche quotidienne par lieu, type d'engin, nombre d'engins et durée d'immersion était disponible pour la saison de pêche 2009. Le respect de la condition de permis qui exigeait le renvoi du journal de bord au MPO avant la saison de pêche suivante est resté faible.

Depuis le début de la saison de pêche 2014, les titulaires de permis ne reçoivent pas leurs conditions de permis tant qu'ils n'ont pas démontré que leurs journaux de bord de l'année précédente ont été soumis à une entreprise de vérification à quai pour la saisie des données. La possession des conditions de licence est une condition préalable à la pratique de la pêche commerciale. De nombreux titulaires de permis ne soumettent leurs journaux de bord à une entreprise de vérification à quai que peu de temps avant de planifier la pêche, ce qui peut entraîner un retard d'environ un an dans la saisie des rapports de journaux de bord. De ce fait, les seules données de journaux de bord disponibles actuellement pour déterminer les lieux de pêche des grandes anguilles sont limitées aux saisons de pêche 2015 et 2016.

On ne connaît pas bien l'étendue géographique de la pêche ASR à l'anguille ni, par conséquent, l'étendue du chevauchement entre la pêche ASR et la pêche commerciale. On suppose que la pêche ASR peut être pratiquée dans toutes les eaux côtières/intérieures de la région des Maritimes.

INSTALLATIONS HYDROELECTRIQUES

Chaput et ses collaborateurs (2014) ont indiqué qu'au moins 17 systèmes hydroélectriques, 54 générateurs et jusqu'à 155 barrages installés dans les lacs et rivières de Nouvelle-Écosse sont utilisés pour produire de l'électricité. Un système hydroélectrique peut contenir plusieurs générateurs et plusieurs barrages pour produire de l'électricité. Il existe huit autres systèmes hydroélectriques sur les rivières du Nouveau-Brunswick qui se déversent dans la baie de Fundy. Ils sont répartis entre trois rivières, la rivière Sainte-Croix, la rivière Magaguadavic et le fleuve Saint-Jean.

Les estimations publiées sur l'efficacité des dérivations en aval et la mortalité causée par les turbines pour les systèmes hydroélectriques situés dans la région sont actuellement limitées à celles rapportées par Carr et Whoriskey (2008) pour une installation de production hydroélectrique construite sur la rivière Magaguadavic. Ces auteurs ont signalé que 6 (24 %) des 25 anguilles argentées porteuses d'une étiquette acoustique ont emprunté une installation de contournement et que les 19 anguilles qui sont passées par les turbines sont mortes, ce qui donne un taux de mortalité global de 76 % pour la population échantillonnée.

On poursuit l'estimation de la superficie du bassin hydrographique située en amont de certaines installations de production hydroélectrique, du type et du nombre de turbines installées, ainsi que de la disponibilité d'installations de contournement en amont et en aval. On utilisera donc la superficie totale du bassin hydrographique dans cette première description de la zone sous l'influence de la production hydroélectrique. Les estimations de la superficie du bassin

hydrographique ont été soit extraites des bases de données existantes lorsque cela était possible, soit estimées à partir de polygones dessinés à la main.

PARASITE DE LA VESSIE NATATOIRE

Campbell et ses collaborateurs (2013) donnent des détails sur la seule tentative d'acquisition d'informations concernant la répartition spatiale du parasite de la vessie natatoire dans la région des Maritimes. Leur évaluation reposait sur des échantillons d'anguilles prises accidentellement dans le cadre de relevés régionaux à la pêche à l'électricité sur des salmonidés juvéniles dans l'habitat fluvial, menés en 2008 et 2009. Les auteurs ont également résumé les masses d'eau indiquées par d'autres chercheurs où la présence du parasite avait été détectée. Les mises à jour au-delà de ces dossiers se limitent à la communication d'informations provenant de projets de collaboration entre le MPO et l'industrie qui comportent un échantillonnage de grandes anguilles dans le ruisseau du lac Oakland et la rivière East à Chester, dans le comté de Lunenburg, en Nouvelle-Écosse.

DONNÉES SUR LE CYCLE BIOLOGIQUE DE L'ANGUILLE POUR ÉTAYER L'ANALYSE DES REPRODUCTEURS PAR RECRUE

L'approche proposée pour définir si la mortalité des anguilles due à l'activité humaine se situe dans des niveaux acceptables est le modèle de la biomasse reproductrice par recrue (RPR), décrite par Mace et Sissenswine (1993). Ce modèle a été initialement appliqué par le Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM) à l'anguille d'Amérique (CIEM 2001). Chaput et Cairns (2011) ont recommandé d'utiliser le taux de mortalité par pêche qui donne une biomasse reproductrice par recrue de 30 % comme point de référence limite de la mortalité et la biomasse reproductrice par recrue de 50 % comme valeur pour le rétablissement et la gestion à long terme, comme le propose le CIEM (2001).

Les modèles de biomasse reproductrice par recrue sont structurés par âge et utilisent les paramètres du cycle biologique d'une espèce pour calculer le ratio du potentiel reproducteur produit dans un scénario de mortalité d'origine anthropique par rapport à un scénario où cette mortalité est nulle. Les modèles ne nécessitent pas d'estimations du recrutement et, tels qu'ils sont présentés, supposent qu'il n'y a pas de dépendance à la densité, ce qui n'est pas nécessairement correct. Selon l'analyse de Bevacqua et ses collaborateurs (2010), la mortalité naturelle peut varier en fonction de la densité pour l'anguille européenne (*A. anguilla*), par exemple. Pour évaluer les effets de la mortalité d'origine anthropique, on utilise le même ensemble de paramètres « moyens » du cycle biologique et on compare la biomasse reproductrice qui reste après les effets induits par l'homme à la biomasse reproductrice prévue en l'absence de mortalité d'origine anthropique (% RPR). L'analyse de la biomasse reproductrice par recrue ne pose aucune hypothèse sur le recrutement résultant d'une échappée de géniteurs (Chaput et Cairns 2011).

Les paramètres du cycle biologique (figure 5 et figure 6) appliqués à l'analyse de la biomasse reproductrice par recrue des anguilles de la région des Maritimes étaient les suivants :

- Poids total (g) = $0,0007006 * \text{Longueur (mm)}^{3,2332}$ (Cairns *et al.* 2008)
- Fécondité = $18,2 * \text{Longueur (mm)}^{2,9642}$ (Barbin et McCleave 1997 pour les anguilles résidentes d'eau douce à la latitude 45° N)
- La mortalité en mer (M_{atSea}) est tirée de $N(0,1;0,01)$ (Chaput et Cairns 2011).
- La mortalité naturelle selon l'âge a été estimée selon la méthode de Bevacqua et ses collaborateurs (2010), en supposant une température moyenne de 8 °C. La vulnérabilité à la

mortalité d'origine anthropique a été examinée selon deux scénarios : 1) seules les civelles (recrues) des âges 0+ de la phase en eau douce sont sélectionnées; et 2) sélectivité en lame de couteau des anguilles au-dessus de la taille réglementaire minimale de 35 cm de longueur totale.

INDICES DÉPENDANTS DE LA PÊCHE

Potentiel de la pêche à l'anguille, prises et effort

Les limitations discutées ci-dessus concernant l'utilisation des déclarations des journaux de bord de la pêche à l'anguille comme source d'information sur les lieux de pêche, s'étendent aux données sur les prises et l'effort. En bref, les registres des prises et de l'effort de la pêche à l'anguille pour les années antérieures à 2008 sont médiocres. Ils sont considérés comme un simple registre des débarquements annuels déclarés plutôt que comme un indicateur de la situation régionale (Bradford 2013). Les efforts déployés pour améliorer à la fois la qualité des données reçues et le niveau de conformité à l'obligation de renvoyer les journaux de bord n'ont pas été très fructueux depuis 2008. Le durcissement des conditions de la pêche à l'anguille depuis 2015, notamment l'obligation pour les titulaires de permis de prouver, avant de recevoir l'autorisation de pêcher, qu'ils ont soumis leurs registres d'activité de pêche à l'anguille de la saison précédente à une entreprise de vérification à quai, a permis d'obtenir des registres des pêches plus détaillés, mais uniquement pour les saisons 2015 et 2016. L'évaluation des activités de pêche annuelles par rapport au nombre de permis délivrés, au type et au nombre d'engins susceptibles d'être utilisés et à la participation à la pêche, est limitée à ces années.

Les débarquements déclarés par province pour les années 1950 à 2016 sont récapitulés sur la figure 7. Il n'y a pas de collecte systématique d'informations sur les débarquements résultant des activités de pêche ASR.

Les informations sur les permis sont disponibles pour les secteurs de la pêche commerciale, commerciale communautaire (Premières Nations) et récréative.

Potentiel de pêche à la civelle, prises et effort

Les registres de pêche sont disponibles pour chaque année, de 1996 à aujourd'hui, sauf pour 2008 où les journaux de bord n'ont pas été distribués aux titulaires de permis. Sous leur forme brute, les registres contiennent de nombreuses inexactitudes qui peuvent être attribuées à l'une des causes suivantes : erreurs de saisie des données ou incohérence des déclarations entre les années de capture en poids humide par rapport au poids sec (poids humide moins 25 %), ou désignation non standard et non uniforme des lieux de pêche. Avant 2016, les prises et l'effort de pêche quotidiens pour les différents sites de pêche n'étaient pas systématiquement ventilés par type d'engin, en particulier entre les activités de pêche à l'épuisette et au verveux. Le passage, ces dernières années, à la saisie de données sous forme électronique, par le biais de la soumission des journaux de bord par les titulaires de licences aux entreprises de vérification à quai, a posé des problèmes sur le plan de la documentation des poids exacts des prises par type d'engin.

De nombreux problèmes de fond liés à la qualité des données ont été résolus pour les registres existants et ont été abordés pour permettre une meilleure saisie des données à l'avenir. Toutefois, l'évaluation des prises et de l'effort de pêche à la civelle pour les titulaires de permis individuels et pour l'ensemble de la pêche reste limitée à des évaluations grossières des prises et de l'effort (c'est-à-dire les prises annuelles totales et le nombre total d'heures de pêche, sans ventilation par type d'engin). Les tendances de l'état de la pêche à la civelle se limitent donc à la déclaration des débarquements par an pour l'évaluation actuelle.

Un sous-ensemble d'informations a cependant été largement examiné et édité avec l'aide du titulaire de permis qui autorise la pêche commerciale sur le site de la rivière East à Chester, le principal site de surveillance de la montaison des civelles dans la région. Ces registres permettent d'évaluer le succès annuel de la pêche et l'exploitation, par rapport aux estimations annuelles du recrutement des civelles dans le fleuve.

Pêche ne ciblant pas l'anguille ou la civelle

Aucune pêche commerciale, pêche commerciale communautaire ou pêche récréative n'a des prises accessoires importantes d'anguilles ou de civelles.

INDICES INDÉPENDANTS DE LA PÊCHE

Relevés régionaux par pêche à l'électricité

Le MPO surveille les communautés de poissons d'eau douce dans de nombreuses rivières de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick au moyen de relevés annuels ou périodiques par pêche à l'électricité. L'objectif principal de ces relevés est d'estimer l'abondance et les tendances des saumons atlantiques juvéniles (p. ex. Bowlby *et al.* 2013). Bien que ces relevés n'aient pas été conçus spécifiquement pour l'anguille d'Amérique, ils représentent la seule source de données régionale disponible pour établir un indice indépendant des pêches de l'abondance de l'anguille d'Amérique en eau douce. On a donc les prises accessoires annuelles moyennes d'anguilles d'Amérique dans un sous-ensemble de rivières étudiées; ainsi, les rivières LaHave et St. Mary's (N.-É.) et la rivière Nashwaak (N.-B.) ont servi précédemment (Cairns *et al.* 2014) d'indices de l'état des populations. Ces séries, dont la dernière mise à jour date de 2015, décrivent un profil de déclin mutuellement cohérent par rapport aux pics de la série et permettent de penser que les densités des anguilles d'Amérique sont faibles par rapport au milieu des années 1990 (tableau 3; figure 8).

Une analyse approfondie des relevés annuels et périodiques effectués dans les rivières de la Nouvelle-Écosse (résumés dans MPO [2017], documentation dans Bowlby [2018]) a confirmé les tendances au déclin par rapport aux pics de la série, peut-être même de 89 % sur 10 ans (DFO 2017). Elle a également montré qu'il est nécessaire d'incorporer les données sur les prises propres à chaque site pour obtenir des estimations statistiquement solides de l'évolution de l'abondance des anguilles d'une année sur l'autre.

L'analyse de l'ensemble complet des données sur la pêche à l'électricité dans les rivières de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick a été reportée jusqu'à la fin du relevé par pêche à l'électricité effectué dans toute la région, qui est prévu pour 2019.

Indices de l'abondance de l'anguille argentée

Il n'existe aucune estimation publiée des échappées d'anguilles argentées pour les principales rivières de la région des Maritimes. La surveillance annuelle de l'effectif de la montaison des anguilles argentées du ruisseau du lac Oakland et d'Eel Lake Pond, deux petits bassins versants côtiers sur la côte atlantique de la Nouvelle-Écosse (tableau 4), a commencé en 2011 et 2014, respectivement. Des données de dénombrement sur sept ans et deux ans sont disponibles pour le ruisseau du lac Oakland et le ruisseau d'Eel Pond, respectivement. Aucun des deux ruisseaux ne fait l'objet d'une pêche commerciale à la civelle. On ne pense pas que la pêche commerciale à l'anguille ait eu lieu dans l'un ou l'autre de ces endroits ces dernières années.

Indices de l'abondance de la civelle et de l'anguille juvénile

Les estimations de l'effectif total de la montaison et de l'échappée de civelles après les pêches dirigées se limitent à la rivière East à Chester (figure 9), un bassin hydrographique de 134 km² dans le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse. Elles sont tirées de la surveillance, soutenue par l'industrie, de la période, de l'abondance et des caractéristiques biologiques des montaisons annuelles de 1996 à 2002 et de 2008 à 2018. Les données combinées sur le dénombrement et la récolte des civelles ont souvent été utilisées comme indicateur de l'état des populations de civelle dans la région (Bradford 2013, Cairns *et al.* 2008, Cairns *et al.* 2014, COSEPAC 2006, COSEPAC 2012, MPO 2014). Des détails sur les protocoles de surveillance de la civelle sont donnés à l'annexe 1.

Pour ces données, on installe des pièges de collecte sur la rive de la rivière, en dessous d'un seuil rocheux, au printemps, lorsque la rivière et les conditions météorologiques le permettent. Le seuil entrave la migration des civelles vers l'amont. L'eau de la rivière, qui alimente les pièges par gravité, agit comme un courant d'attrait et amène les civelles dans des viviers. Les viviers sont vérifiés une ou deux fois par jour, selon l'intensité de la montaison. On utilise les données sur l'abondance ainsi obtenues (nombre de civelles et poids humide des prises dans les pièges), combinées aux données sur les prises quotidiennes et l'effort de pêche pour la pêche commerciale pratiquée dans les eaux de marée en aval du site de surveillance (figure 9) pour générer des estimations de l'effectif total de la montaison, de l'échappée au-delà de la pêche et de l'exploitation par pêche.

La longueur et le poids des civelles peuvent diminuer considérablement pendant la durée des montaisons annuelles. Ces changements représentent un défi pour l'estimation de l'effectif de la montaison en ce qui concerne le nombre de civelles lorsque les prises quotidiennes sont importantes et que le dénombrement manuel devient peu pratique. Des facteurs de conversion, fondés sur des étalonnages du nombre de civelles par unité de volume, sont nécessaires pour mettre en relation le nombre de civelles et le volume des prises. Le nombre d'étalonnages effectués pendant les montaisons a varié d'une année à l'autre, ce qui rend incertaines les estimations de l'effectif des montaisons exprimées en nombre de civelles. On a appliqué une routine de ré-échantillonnage pour relier les informations sur la longueur et le poids des civelles aux estimations axées sur le volume des prises quotidiennes dans les pièges au nombre de civelles (annexe 1) et les comparer à celles générées en utilisant uniquement les données d'étalonnage disponibles pour une année donnée. Les résultats ont montré que les estimations générées selon la méthode conventionnelle de conversion des volumes de prises quotidiens en nombre de civelles étaient plus variables que les estimations générées à l'aide des informations sur les longueurs ou les poids des civelles. La série chronologique des dénombrements de civelles générée à l'aide des longueurs des civelles est la plus complète et a donc été adoptée comme la série qui représente les estimations de l'effectif de la montaison (*n*) produites avant 2016. L'approche fondée sur le volume des prises a été remplacée par une approche basée sur le poids des prises en 2016, afin de mieux relier l'échappée des civelles aux prises commerciales.

Les anguilles juvéniles, essentiellement des anguilles d'âge 1+ de la phase en eau douce, sont également capturées dans les pièges. Les registres ne sont pas disponibles pour toutes les années où la surveillance a eu lieu, mais ceux qui le sont représentent un dénombrement complet pour la plupart des années d'échantillonnage. Ces données de dénombrement n'ont pas encore été évaluées dans le contexte d'un indicateur potentiel de l'état de la population ou en tant qu'indicateur des effets potentiels de la pêche et de la variabilité interannuelle de l'effectif total de la montaison ou de l'échappée des civelles sur l'état de la population locale.

Des estimations de l'effectif annuel de la montaison des civelles (nombre de civelles uniquement) sont disponibles pour la rivière East à Sheet Harbour de 1990 à 1999. Les méthodes utilisées pour collecter et compter les civelles sont décrites dans Jessop (2003); elles sont généralement similaires à celles décrites ci-dessus pour l'indice de la rivière East à Chester de 1996 à 2001. Ces données ont déjà été présentées dans Cairns *et al.* (2014).

La pêche commerciale à la civelle a eu lieu dans la rivière East à Chester chaque année de surveillance de la civelle, sauf en 2000. Les registres détaillés des prises et de l'effort de pêche quotidiens, combinés aux dénombrements obtenus grâce à la surveillance quotidienne effectuée juste en amont, se sont révélés utiles pour comprendre les effets de la pêche sur le recrutement des civelles dans le fleuve (Jessop 1998a, 2000a,b).

Les données sur la pêche commerciale régionale à la civelle sont actuellement limitées aux prises totales déclarées par permis. Cependant, un sous-ensemble des données collectées, pour les rivières situées dans les comtés de Lunenburg et d'Halifax, en Nouvelle-Écosse (figure 1), est disponible pour étayer l'étude de l'indice de la civelle dans la rivière East à Chester en tant qu'indicateur de l'état à une échelle géographique plus large.

ANALYSES DES DONNÉES

PERMIS DE PECHE, DEBARQUEMENTS, LIEUX ET EFFORT

On a repris les informations contenues dans les permis de pêche commerciale à l'anguille pour résumer la disponibilité des permis et le nombre total d'engins par type (casiers, pièges et filets-pièges) qui étaient disponibles pour pêcher l'anguille, par province et par comté, pour les années 2015 et 2016. On a utilisé les retours des journaux de bord pour résumer le nombre de permis délivrés, le nombre de permis qui ont été activement pêchés, les nombres d'engins (par type) et les poids des prises vendues (kg) déclarés associés aux permis actifs, par province et par comté, pour chaque année. On a ensuite comparé ces résumés, dans la mesure du possible, aux moyennes des pêches (± 1 écart-type) pour les années 1993 à 2004 (extraites de Bradford 2013).

Les informations figurant dans les permis de pêche à l'anguille et à la civelle et dans les journaux de bord ont servi à associer les prises et, si possible, l'effort aux bassins hydrographiques (et dans le cas de la pêche à l'anguille, au comté). Tous les noms de rivières indiqués comme lieux de pêche sur les permis et dans les retours des journaux de bord ont été attribués aux noms tels qu'ils apparaissent dans la *Gazette du Canada* pour le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse ou sur les cartes topographiques. Les estimations de la superficie du bassin hydrographique (km²), acquises comme décrit précédemment, ont permis de relier l'activité de pêche à la zone, ainsi que pour les rivières aménagées pour produire de l'hydroélectricité et pour les zones d'occurrence connues du parasite de la vessie nataoire *A. crassus*.

On a estimé les superficies totales pour chaque activité (c'est-à-dire la pêche à l'anguille, la pêche à la civelle, la production d'hydroélectricité et la présence du parasite) lorsque les données le permettaient, et on les a organisées comme suit : jusqu'en 1969, qui correspond à l'achèvement du barrage de Mactaquac sur le fleuve Saint-Jean; de 1970 à 2014; et individuellement pour les années 2015, 2016 et 2017.

La zone d'impact cumulée estimée de chaque activité a ensuite été indiquée comme la superficie du bassin hydrographique totale (km²) et la proportion de la superficie du bassin hydrographique totale accessible aux anguilles, historiquement (avant le barrage de

Mactaquac) ou actuellement. Les estimations de la superficie du bassin hydrographique pour deux activités simultanées ont été estimées et présentées de la même manière.

Aucun rapport d'activité de pêche sous permis de pêche commerciale communautaire n'a été reçu pour les saisons de pêche 2015 et 2016.

PRISES DE CIVELLE PAR RAPPORT A LA SUPERFICIE DU BASSIN HYDROGRAPHIQUE

Un modèle linéaire généralisé (MLG) log-normal a été appliqué pour explorer la relation entre les prises annuelles déclarées pour un lieu de pêche précis et la zone d'habitat située en amont de ce lieu de pêche (km²) pour toutes les années de données. Le niveau d'effort mis à l'échelle a été inclus dans le MLG comme facteur de pondération.

INDICES DE L'ABONDANCE DE LA CIVELLE

On a utilisé les dénombrements totaux annuels des civelles dans la rivière East à Chester capturées dans les pièges de collecte (échappées) et les débarquements déclarés de la pêche commerciale (prises) qui est pratiquée à une courte distance en aval des sites de dénombrement pour estimer l'effectif total annuel de la montaison (kg et nombre de civelles) de 1996 à 2002 et de 2008 à 2018.

On a appliqué une régression linéaire aux ensembles de données sur la rivière East à Chester (kg) et la rivière East à Sheet Harbour (n, de 1996 à 1999) pour obtenir les effectifs prévus des montaisons vers la rivière East à Chester pour les années antérieures à 1996.

On a élaboré un modèle pour estimer l'échappée de civelles dans la rivière East à Chester, compte tenu des taux de prise dans la pêche, l'objectif étant d'estimer l'effectif total de la montaison pour les années 2003 à 2007, lorsque le projet d'indice de la civelle n'était pas opérationnel, mais pour lesquelles on dispose des informations sur les prises et l'effort de pêche commerciale de civelles dans la rivière East à Chester. La relation a été modélisée comme suit :

$$E \sim LN(\mu, \sigma)$$

$$\mu_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot CPUE_i + \beta_2 \cdot CPUE_i \cdot Q_i$$

où l'échappée (E) a été traitée comme une distribution log-normale possédant une relation linéaire avec la CPUE. β_0 et β_1 étaient respectivement la pente et l'ordonnée à l'origine. Le titulaire de permis pour la pêche à la civelle qui inclut la rivière East à Chester pêche dans plusieurs rivières simultanément. Un effort égal n'est pas exercé sur toutes les rivières où la pêche à la civelle est autorisée, que ce soit au cours d'une année donnée ou entre les années. C'est pourquoi on a combiné et évalué les CPUE pour les rivières exploitées en vertu d'un permis unique afin de déterminer le potentiel de prédiction de l'importance de la montaison annuelle des civelles. Une variable indicatrice (0,1) représentant si le quota annuel alloué au titulaire du permis a été atteint (0) ou non atteint (1) a été incluse. La variable indicatrice était accompagnée d'un paramètre différentiel, β_2 , qui ajustait la pente lorsque le quota n'était pas atteint; autrement dit, lorsque Quota = 1, la pente de la relation $E \sim CPUE$ devenait $\beta_2 + \beta_1$. Ce modèle a été adapté dans le logiciel JAGS (Just another Gibbs Sampler, Plummer *et al.* 2013) pour la pêche dans la rivière East à Chester et pour l'ensemble de la pêche du titulaire du permis avec des valeurs *a priori* non informatives sur β sous la forme de $N(0;0,001)$ et sur σ sous la forme de $U(0;100)$. Un rodage de 1 000 itérations et trois chaînes de 15 000 itérations de MCCM ont suffi pour assurer un mélange complet. On a éclairci les chaînes en prélevant un échantillon sur 25 itérations pour éliminer l'autocorrélation avec les chaînes. Les distributions a

posteriori de tous les β et σ ont été mises à jour à partir des valeurs *a priori* lors des exécutions du modèle (figures 10 et 11). Plusieurs formulations du modèle ont été explorées, y compris un modèle de séries chronologiques. Seul le modèle décrit ci-dessus est présenté, car il possède les erreurs de prévision médianes les plus faibles et les critères d'information de déviation (CID) les plus bas. Il y avait un manque d'autocorrélation temporelle dans les estimations des échappées.

ESTIMATIONS DE L'EFFECTIF TOTAL DE LA MONTAISON/DE L'ECHAPPEE DES CIVELLES ET DE LA PRODUCTION DES ANGUILLES ARGENTEES

On a converti les estimations observées disponibles de l'effectif total de la montaison (n et kg) et des échappées (n et kg) des civelles en abondance de civelles par 1 km² d'habitat récepteur en divisant chaque série de données par l'estimation de la superficie totale du bassin versant de 134 km² pour la rivière East à Chester. On a appliqué des routines de rééchantillonnage bootstrap (n = 5 000) à chaque série de données afin de générer des estimations moyennes et médianes du potentiel de recrutement des civelles.

Les dénombrements annuels complets de l'effectif de la montaison des anguilles argentées du ruisseau du lac Oakland et du ruisseau d'Eel Pond ont été considérés comme trop peu nombreux pour être significatifs d'un point de vue analytique. Les rapports ont donc été limités aux effectifs de la montaison (n et kg) par rapport à la superficie du bassin hydrographique et à la quantité d'habitats lacustres (hectares) dans le réseau de drainage.

INDICES DE L'ABONDANCE DES JUVENILES

Le total des prises annuelles de juvéniles (n) dans les pièges à civelles dans la rivière East à Chester a été présenté en fonction de l'année des prises, ainsi que de l'effectif total de la montaison (kg) et de l'échappée des civelles (kg) pour l'année précédente.

TENDANCES TEMPORELLES DES INDICES DES CIVELLES ET DES JUVENILES

L'analyse des tendances de Mann-Kendall (MK), un test non paramétrique de la tendance monotone dans les données ordonnées dans le temps (Gilbert 1987), a été appliquée aux estimations de l'effectif de la montaison des civelles et des anguilles juvéniles. L'hypothèse nulle est que les séries chronologiques sont indépendantes et ont une distribution identique (c'est-à-dire qu'il n'y a pas de tendance significative dans le temps).

BIOMASSE REPRODUCTRICE PAR RECRUE CHEZ L'ANGUILLE

La biomasse reproductrice par recrue (RPR) pour l'anguille d'Amérique a été analysée selon les méthodes décrites dans Gabriel *et al.* (1989). Plusieurs modifications ont été nécessaires pour décrire le cycle biologique de l'anguille d'Amérique. La biomasse reproductrice par recrue a été définie comme suit :

$$SPR = \sum_a N_a^{Spawners} \cdot Fec_a$$

où $N_a^{Spawners}$ représente le nombre d'anguilles frayant à l'âge a , et Fec_a représente cette fécondité selon l'âge. La fécondité selon l'âge a été déterminée à l'aide du modèle de fécondité selon la longueur (L) de Barbin et McCleave (1997), $F_L = 18,2 L^{2,9642}$. La dynamique de N_a a été décrite comme suit :

$$N_{a+1} = N_a e^{-(F_a + M_a)} - N_a^{mat} \text{ for } a > 0, a < n$$

$$N_n = N_{n-1} \frac{e^{-(F_a + M_a)}}{1 - e^{-(F_a + M_a)}} \text{ for } a = n$$

$$N_a^{mat} = N_a \cdot Mat_a$$

$$N_n^{mat} = N_n$$

$$N_a^{Spawners} = N_a^{mat} - e^{-M_{atSea}}$$

où F_a et M_a étaient respectivement la pêche selon l'âge et la mortalité naturelle selon l'âge. La mortalité naturelle selon l'âge a été estimée à l'aide de la relation définie dans Bevacqua *et al.* (2010) avec une température annuelle moyenne présumée de 8 °C (tableau 5). Pour chaque âge (jusqu'à n), une composante de la population arrive à maturité, N_a^{mat} , et est supposée quitter l'environnement d'eau douce. Cette composante suit un calendrier de mortalité différent ($M_{atSea} = 0,1$) jusqu'à ce qu'elle atteigne les zones de frai. Les estimations de la maturité selon l'âge (Mat_a) ont été tirées de Chaput et Cairns (2011; tableau 3), avec un échantillonnage à partir d'une distribution bêta. On a combiné la maturité et le nombre selon l'âge pour déterminer le nombre de reproducteurs ainsi obtenu.

Dans la région des Maritimes, la mortalité par pêche peut survenir à la fois au stade de la civelle et à celui de l'anguille plus âgée. On a étudié des mortalités par pêche allant de 0 à 2 afin de déterminer l'impact sur la biomasse reproductrice par recrue pour les civelles et des mortalités par pêche de 0 à 0,5 pour les anguilles adultes. On a trouvé que F_{SPR30} et F_{SPR50} étaient les niveaux de mortalité par pêche qui donnaient 30 % et 50 % de la biomasse reproductrice par recrue non exploitée (c'est-à-dire $F = 0$). Les analyses de la biomasse reproductrice par recrue ont été effectuées pour 25 âges en posant l'hypothèse que toutes les anguilles survivant jusqu'à l'âge 25 arriveront à maturité et entreront dans la population reproductrice. On a calculé séparément F_{SPR30} et F_{SPR50} pour les pêches à la civelle et à l'anguille, ainsi qu'en supposant que les deux pêches avaient lieu dans le même bassin hydrographique.

Les estimations stochastiques de F_{SPR30} et de F_{SPR50} (figure 12) ont été élaborées en intégrant la variabilité des paramètres du cycle biologique et en effectuant 20 000 itérations, en échantillonnant les distributions des paramètres (tableau 5). Bien que le poids selon l'âge et la fécondité selon l'âge soient des relations déterministes, ils sont liés à la longueur et varient donc d'une simulation à l'autre.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

TENDANCES DE L'ÉTAT ET DE L'EXPLOITATION DU STOCK

1. *Quelles tendances relatives à l'état du stock et à l'exploitation sont observées dans les séries chronologiques de sources de données dépendantes et indépendantes de la pêche utilisées pour se renseigner sur l'état du recrutement des civelles et de la pêche à la civelle dans la région des Maritimes?*

DÉPENDANTES DES PÊCHES

Anguilles

Il y a eu 427 permis délivrés pour la pêche à l'anguille en 2015 et 409 en 2016 (tableau 6). Les permis de pêche commerciale en représentaient la plus grande proportion (301 en 2015, 295 en 2016), suivis des permis de pêche récréative (112 en 2015, 100 en 2016) et des permis de pêche commerciale communautaire (14 en 2015 et 2016). Le nombre de permis disponibles pour la pêche dans les eaux intérieures et les eaux à marée de la Nouvelle-Écosse dépassait d'un facteur d'environ 10 ceux délivrés au Nouveau-Brunswick pour tous les secteurs de la pêche (tableau 6).

Plus de 25 000 engins étaient autorisés les deux années, dont 90 % étaient des casiers à anguilles (tableau 6), suivis des verveux (pièges, environ 2 300) et d'un petit nombre de filets-pièges (26 en 2015, 27 en 2017). Les pêches commerciales et communautaires de la Nouvelle-Écosse sont potentiellement plus importantes que celles du Nouveau-Brunswick par un facteur de dix, tant en nombre de permis disponibles que d'engins sous permis (tableau 6). Tous les permis de pêche récréative délivrés au cours des deux années étaient valables pour la Nouvelle-Écosse (tableau 6).

La quasi-totalité des permis de pêche commerciale disponibles ont été délivrés en 2015 et 2016 (266 sur les 268 disponibles en Nouvelle-Écosse en 2016), comme le montre le tableau 7. Les pêcheurs du Nouveau-Brunswick ont soumis 77 % et 67 % de leurs journaux de bord à une entreprise de vérification à quai pour la saisie de données en 2015 et 2016, respectivement (tableau 7). Le taux de déclaration était plus faible, environ 50 %, en Nouvelle-Écosse les deux années (tableau 7). Dans l'ensemble, le taux de déclaration était d'environ 52 % pour les deux années (tableau 7).

Le nombre de permis de pêche commerciale activement pêchés au Nouveau-Brunswick était de 23 % (n = 7) en 2015 et de 30 % (n = 8) en 2016, alors que seulement 11 % environ des permis délivrés en Nouvelle-Écosse étaient actifs ces deux années (tableau 7). Les taux de participation globaux à la pêche étaient de 12 % en 2015 et de 13 % en 2016 (tableau 8). La proportion du nombre total d'engins disponibles pour la pêche qui était associée aux permis de pêche actifs était d'environ 12 % dans l'ensemble, ce qui correspond aux taux de participation globaux à la pêche. Toutefois, les verveux (pièges) constituaient une exception, avec environ 19 % des verveux autorisés par permis activement pêchés en 2015 et 37 % en 2016 (tableau 8).

Des permis ont été délivrés pour tous les comtés de la Nouvelle-Écosse et pour tous les comtés du Nouveau-Brunswick sauf un (Carlton) situés dans les limites de la région des Maritimes (tableau 7). C'est dans le comté de Yarmouth que le nombre de permis actifs était le plus grand (7 en 2015, 13 en 2016), suivi du comté de Shelburne (5 en 2015, 4 en 2016). Quatre permis ou moins étaient actifs dans un comté du Nouveau-Brunswick, mais la quasi-totalité de la pêche active a eu lieu dans des comtés (indiqués dans le tableau 7) qui chevauchent le fleuve Saint-Jean (Queens, Saint John, Sunbury).

Dans l'ensemble, le nombre total d'engins disponibles pour pêcher en 2015 et 2016 était inférieur au nombre autorisé en vertu des permis de 1993 à 2004 (moyennes et écarts-types [ET] : 31 752 ± 1 654 casiers, 2 819 ± 177 verveux et 45 ± 5 filets-pièges; tableau 7). Le nombre de permis actifs en 2015 (n = 36) et 2016 (n = 38) était inférieur à celui des années 1993 à 2014 (moyenne ± ET 131 ± 27), tout comme le nombre de casiers (2 095 en 2015 et 2 133 en 2016) et de filets-pièges (3 pour les deux années). En comparaison, le tableau 7 montre les engins de 1993 à 2004 calculés à la moyenne ± ET : 4 254 ± 963 casiers et 10 ± 5 filets-pièges. Le

nombre de verveux (n = 788) sur les permis actifs en 2016 était supérieur à la moyenne de 1993 à 2004 (moyenne \pm ET = 676 \pm 255).

Les débarquements totaux des pêches à l'anguille de 2015 (36,1 t) et 2016 (44,1 t) étaient inférieurs à la moyenne des années 1993 à 2004 (moyenne \pm ET : 164 \pm 44 t) par un facteur d'environ 4 (tableau 9b). Environ 95 % des prises déclarées ont été vendues ces deux années (tableau 9a). La pêche dans le fleuve Saint-Jean représentait la presque totalité des débarquements du Nouveau-Brunswick pour les deux années et 36 % et 53 % des débarquements totaux de la pêche à l'anguille dans la région des Maritimes en 2015 et 2016, respectivement (tableau 9a).

Il est difficile d'obtenir des estimations de l'empreinte de la pêche dans les années antérieures à 2015, car les lieux de pêche n'étaient pas régulièrement déclarés dans les journaux de bord retournés. En 2015 et 2016, la superficie du bassin hydrographique totale exploitée pour l'anguille était de 43 832 km² et 40 526 km², respectivement, soit environ 47 % et 43 % de la superficie du bassin hydrographique de la région des Maritimes disponible pour les anguilles au stade du recrutement (tableau 10). La zone du fleuve Saint-Jean située en aval du barrage de Mactaquac (29 983 km²), qui représente 32 % de la superficie du bassin hydrographique disponible pour les anguilles, constituait donc 68 % en 2015 et 74 % en 2016 de l'empreinte des pêches à l'anguille.

En 2015 et 2016, la pêche à l'anguille en Nouvelle-Écosse était, en revanche, plus largement répartie, avec des prises déclarées dans 38 bassins hydrographiques nommés, dont dix étaient inférieurs ou égaux à 25 km² dans la superficie du bassin hydrographique, et 20 à 100 km² dans la zone (données non présentées).

Les anguilles ont été pêchées dans 5 253 km² (5,6 %) et 4 841 km² (5,25 %) de la superficie du bassin hydrographique faisant l'objet d'un aménagement hydroélectrique en 2015 et 2016, respectivement (tableau 11).

Les registres disponibles indiquent qu'en 2016, le parasite de la vessie natatoire, le nématode envahissant *A. crassus*, était présent dans 38 037 km² (40,6 %) de l'habitat disponible des anguilles (tableau 10), et dans 35 163 km² et 32 736 km² qui ont été exploités en 2015 et 2016, respectivement (tableau 11).

Civelles

Il n'existe pas actuellement de description complète de l'effort de pêche potentiel disponible annuellement pour l'exploitation des civelles depuis le développement de la pêche commerciale en 1996. Il ressort des discussions avec les gestionnaires de la pêche que les types d'engins autorisés (tableau 1) sont restés inchangés depuis 1996. Jusqu'en 2005, les nombres d'engins, le type d'engin dont l'utilisation est autorisée en vertu des permis individuels et le nombre d'aides (p. ex. les épuisetiers) ont probablement changé, car les titulaires de permis évaluaient leurs besoins pour pêcher efficacement dans des endroits précis. Depuis 2005, les types d'engins, le nombre d'engins et le nombre de personnes (époussetiers) qui sont autorisés à pêcher en vertu d'un permis sont restés inchangés (tableau 1), à l'exception peut-être du permis délivré à une Première Nation en vertu du *Règlement sur les permis de pêche communautaires des Autochtones*.

Le nombre de rivières où la pêche à la civelle est autorisée est passé de 65 en 1996 à 111 en 2004. Le nombre de rivières disponibles pour la pêche à la civelle est gelé à 111 depuis 2005. L'augmentation du nombre de rivières disponibles pour la pêche n'a cependant pas entraîné d'augmentation importante de l'habitat récepteur exploité pour la pêche à la civelle. Les rivières pêchées en 1996 représentaient 24 178 km² (26 %) de la superficie du bassin hydrographique

située dans la région des Maritimes, alors que les 111 bassins hydrographiques disponibles pour la pêche en 2015, 2016 et 2017 constituaient 28 242 km², 28 071 km² et 27 805 km², respectivement, soit environ 30 % de la superficie du bassin hydrographique dans cette région (tableau 10).

Toutes les rivières autorisées n'ont pas été pêchées chaque année. Le nombre de rivières où des prises de civelles ont été déclarées était de 92, 86 et 83 en 2015, 2016 et 2017, respectivement (tableau 10). Les superficies correspondantes de l'habitat récepteur étaient de 26 736 km² (28,5 %), 25 679 km² (27,4 %) et 25 794 km² (27,5 %), comme le montre le tableau 10. Entre 1996 et 2014, 159 bassins hydrographiques ont été exploités ou évalués pour leur potentiel de pêche à la civelle. Ensemble, ces bassins hydrographiques représentaient 32 668 km², soit environ 35 % (tableau 10) des 93 718 km² de la superficie du bassin hydrographique dont disposaient les civelles au stade du recrutement.

Les civelles ont été pêchées dans 10 388 km² de la superficie du bassin hydrographique visée par un aménagement hydroélectrique (environ 11 % de l'habitat disponible) en 2015 et 2016 (tableau 11). Les pêches à l'anguille et à la civelle se chevauchaient sur 7 864 km² (8,4 % de l'habitat disponible) et 5 238 km² (5,6 % de l'habitat disponible) en 2015 et 2016, respectivement (tableau 11).

Les registres disponibles indiquent que la pêche à la civelle a eu lieu dans 4 771 km² (2015) et 4 610 km² (2016) des 38 037 km² d'habitat où la présence du parasite de la vessie natatoire, le nématode envahissant *A. crassus*, est connue (tableau 11).

Les débarquements de civelles ont augmenté de façon générale avec le temps (tableau 12, figure 13), après la transition en 1996 de la pêche expérimentale (exploratoire) qui a eu lieu entre 1989 et 1995. Le total des débarquements annuels a augmenté globalement dans le temps, les cinq années les plus importantes ayant été enregistrées durant les six dernières années de la série chronologique qui prend fin en 2017 (tableau 12, figure 13). Toutefois, le TAC annuel n'a été atteint au cours d'aucune saison de pêche.

Les prises de civelles (kg de poids humide) ajustées à l'aide d'un MLG, avec l'effort de pêche mis à l'échelle comme facteur de pondération, dans la superficie du bassin hydrographique transformée logarithmiquement (km²) des lieux de pêche, ont affiché une augmentation positive avec la superficie (figure 14).

DISCUSSION

Anguilles

La baisse des débarquements d'anguilles pour les dernières années pour lesquelles des données sont disponibles (2015 et 2016) semble être le résultat, au moins en partie, d'une participation sensiblement plus faible à la pêche par rapport aux années 1993 à 2004. On comptait 38 permis actifs ou moins en 2015 et 2016, contre 131 en moyenne pendant la période 1993 à 2004 (tableaux 7 et 8). Il n'est pas possible de tirer des conclusions sur l'évolution potentielle des taux de prise dans le temps, étant donné l'absence d'informations sur l'activité de pêche quotidienne pour les années antérieures à 2015.

La capacité de pêche des anguilles a diminué depuis la période 1993 à 2004, lorsque plus de 30 000 engins étaient sous permis, pour atteindre environ 25 000 engins en 2015–2016. L'échange de permis d'anguille contre des permis de crabe vert ces dernières années est responsable, en partie, de la diminution du nombre de permis et d'engins. Il faut toutefois considérer que la capacité latente de pêche des anguilles reste élevée dans les eaux intérieures et les eaux de marée de tous les comtés situés dans les limites de la région des

Maritimes. Les permis non actifs représentaient environ 88 % des casiers à anguilles appâtés pour capturer les anguilles jaunes pendant l'alimentation, environ 60 % des verveux utilisés pour pêcher les anguilles jaunes et argentées, et 88 % des filets-pièges qui interceptent les anguilles argentées en dévalaison. Il est donc possible que la mortalité des anguilles liée à la pêche soit plus importante dans les années à venir si davantage de titulaires de permis actuels choisissent de pêcher. La mortalité par pêche des anguilles pourrait augmenter si la participation à la pêche prend de l'ampleur, à la fois 1) dans les zones actuellement exploitées qui représentent environ 47 % (43 832 km²) et environ 43 % (40 526 km²) de l'habitat disponible des anguilles en 2015 et 2016, et 2) en exploitant les anguilles dans les bassins hydrographiques des rivières qui ne sont pas pêchées à l'heure actuelle.

L'expansion géographique de la pêche à l'anguille pourrait entraîner une mortalité anthropique plus élevée dans les bassins hydrographiques aménagés pour la production d'hydroélectricité et où la pêche aux civelles est pratiquée. Actuellement, on trouve des interactions entre la pêche à l'anguille et la production d'énergie hydroélectrique dans environ 5 % de l'habitat disponible.

Si l'on considère les 17 014 km² d'habitat situés au-dessus du barrage de Mactaquac (kilomètre 140), l'empreinte estimée des impacts potentiels globaux de la production hydroélectrique sur les anguilles augmente d'environ 52 % par rapport aux 15 375 km² actuels pour atteindre 23 490 km².

La restauration de la connectivité par un passage efficace vers l'amont et en aval des tronçons supérieurs du fleuve Saint-Jean qui étaient historiquement accessibles aux anguilles entraînerait une augmentation d'environ 18 % de l'habitat d'élevage potentiel pour la population d'anguille de la région des Maritimes.

Les pêches à l'anguille et à la civelle pratiquées dans les mêmes bassins hydrographiques couvrent 11 % de l'habitat disponible. La pêche à l'anguille et à la civelle pratiquée dans les bassins versants où se trouvent des installations hydroélectriques couvrait 4,1 % et 2,0 % de l'habitat disponible en 2015 et 2016, respectivement.

Civelles

L'empreinte géographique de la pêche à la civelle n'a jamais représenté plus de 35 % environ (tableau 10) de la superficie du bassin hydrographique de la région des Maritimes. La superficie pêchée est inférieure à 30 % de l'habitat disponible pour les anguilles depuis 2015 (tableau 10). Les effets potentiels de la pêche dirigée à la civelle sur l'état des populations d'anguille, en l'absence d'autres sources de mortalité d'origine anthropique, sont donc probablement modestes, tant au niveau régional que de la côte du Canada atlantique.

Toutefois, il convient de mentionner que la présence des pêches existantes à l'anguille dans des bassins hydrographiques précis n'est probablement pas la seule raison pour laquelle la pêche à la civelle n'y a pas lieu. Un certain nombre de rivières dont le potentiel de pêche à la civelle a été évalué pendant les années de pêche exploratoire et les premières années de pêche commerciale n'ont pas présenté de potentiel commercial (MPO, comm. pers.). La valeur au débarquement et les difficultés logistiques que pose la pêche dans des lieux précis peuvent avoir été des facteurs pris en compte dans la décision de ne pas continuer à pêcher, tout comme le fait que le succès de la pêche augmente avec la superficie de l'habitat récepteur (figure 14). Le potentiel de pêche à la civelle n'a pas été réévalué dans de nombreuses rivières qui ont été abandonnées pendant les années de pêche expérimentale et les premières années de la pêche commerciale. On ne sait donc pas si la disponibilité des civelles dans les bassins hydrographiques abandonnés est globalement plus faible par rapport aux bassins hydrographiques de la région des Maritimes où la pêche est pratiquée actuellement.

Pêches à l'anguille et à la civelle

Les pêches à l'anguille et à la civelle ont les plus grandes empreintes géographiques combinées (superficie du bassin hydrographique totale pour chaque moins la zone de chevauchement des pêches) de toutes les activités humaines considérées, avec 62 704 km² (66 %) et 60 967 km² (65 %) de la superficie du bassin hydrographique pêchée en 2015 et 2016. Il est possible que la zone pêchée augmente avec le temps, soit du fait d'une plus grande participation à la pêche à l'anguille (au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse, soit par l'échange de rivières actuellement exploitées pour la civelle contre d'autres dont la superficie du bassin hydrographique est plus étendue.

INDÉPENDANTES DES PÊCHES

Indices de l'abondance de la civelle

L'effectif de la montaison annuelle des civelles vers la rivière East à Chester (RE-C; kg de poids humide) était fortement et positivement corrélé avec l'indice de la rivière East à Sheet Harbour (RE-SH; n) pour les quatre années de chevauchement entre les deux séries de données :

$$RE-C = 12,33 + 0,00075 RE-SH \quad (n = 4, r^2 = 0,97, p = 0,015).$$

L'effectif prévu de la montaison vers la rivière East à Chester pour les années 1990 à 1995 a varié entre 93 kg (1995) et 313 kg (1991), sans tendance claire dans le temps (tableau 13, figure 15). L'estimation de 83 kg de l'effectif total observé en 1999 constitue le niveau le plus bas de la série. L'estimation de l'effectif total observé en 2018, 896 kg, représente le pic de la série. Les effectifs correspondants des montaisons, en nombre de poissons, étaient d'environ 530 000 et 3 800 000 pour 1999 et 2018, respectivement.

Les estimations des paramètres (avec un intervalle de confiance à 95 %) tirées des prises commerciales par rapport à l'échappée observée dans la rivière East à Chester (kg) étaient les suivantes : $\beta_0 = 4,46$ (3,83; 5,08), $\beta_1 = 1,50$ (0,66; 2,32) et $\beta_2 = -1,15$ (-1,88; -0,44). Tous les coefficients du modèle étaient statistiquement significatifs, car les intervalles de crédibilité à 95 % ne contenaient pas de 0. Le paramètre différentiel, β_2 , a abaissé la pente de la relation entre la CPUE et l'échappée. Plus précisément, les années où le quota n'a pas été atteint, la pente de la relation devient $\beta_2 + \beta_1$ ou 0,35 (-1,22; 1,88, non significative). Les prévisions du modèle pour les années 2003 à 2007, lorsque le projet d'indice de la civelle dans la rivière East à Chester n'était pas en cours, étaient inférieures à 300 kg, à l'exception de 535 kg en 2006 (tableau 13, figure 16).

Les analyses des tendances de Mann-Kendall appliquées à la série chronologique des effectifs de la montaison observée dans la rivière East à Chester, aux données observées plus les estimations de l'effectif de la montaison prévues par régression pour 1990 à 1995, aux estimations observées pour 1996 à 1999 remplacées par les prévisions par régression et aux séries prévues par le modèle de prises-échappée, ont toutes affichées une tendance statistiquement significative à l'augmentation avec le temps ($p \leq 0,05$; tableau 14, figures 15 et 16).

La variabilité interannuelle importante de l'effectif total de la montaison est évidente pour toutes les séries de données; les montaisons adjacentes peuvent varier de plus ou moins 50 % (tableau 13, figure 15). L'augmentation de l'effectif de la montaison annuelle des civelles dans la rivière East à Chester dans le temps est néanmoins évidente. L'application d'un lissage LOWESS d'une portée de 0,8 aux estimations de l'effectif de la montaison observé et à celles prévues par la modélisation de l'échappée aux prises et à l'effort de pêche commerciale (compte tenu du fait que le modèle n'a pas prédit avec précision l'effectif de la montaison les années où le quota a été atteint et où la CPUE était élevée), a montré que l'effectif de la

montaison a été multiplié par un facteur d'au moins deux depuis le début de la surveillance des civelles dans la rivière East à Chester en 1996 (figure 16). Les données disponibles indiquent que le taux moyen d'augmentation de l'effectif de la montaison annuelle de civelles dans la rivière East à Chester se situe entre 50 000 et 70 000 civelles par an, soit environ 15 kg, depuis 1996 et environ 12 kg par an depuis 1990.

Juveniles

L'indice des anguilles juvéniles, fondé sur les captures de juvéniles dans les casiers à civelles déployés dans la rivière East à Chester, n'a pas affiché de tendance statistiquement significative dans le temps, indépendamment de l'inclusion du dénombrement de 2017, considéré comme partiel (tableau 14, figure 17). L'indice était significativement corrélé statistiquement avec l'effectif total de la montaison de civelles de l'année précédente ($n = 12$, $r^2 = 0,41$, $p < 0,03$), avec une corrélation statistiquement plus forte avec les échappées de civelles après la pêche de l'année précédente ($n = 12$, $r^2 = 0,71$, $p < 0,01$). Ces résultats sont intéressants dans la mesure où ils donnent la première indication que l'abondance des anguilles dans la rivière East à Chester, à l'âge 1⁺ de la phase en eau douce, reflète la force de recrutement de leur classe d'âge dans la rivière. De plus, la corrélation plus forte avec les échappées par rapport à l'effectif total de la montaison peut être une indication que les juvéniles qui recrutent en eau douce comme civelles constituent une composante plus forte de la population de juvéniles dans les tronçons inférieurs de la rivière que les juvéniles qui recrutent en mer comme civelles. Il a été démontré que les deux contingents sont présents chez les anguilles juvéniles et adultes dans la rivière East à Chester (Jessop *et al.* 2002).

Estimations de la production de civelles et d'anguilles argentées

Des estimations de l'effectif de la montaison annuelle de civelles et de l'échappée après la pêche, en nombre de civelles et en poids humide total (kg), étaient disponibles pour 16 ans dans la rivière East à Chester (tableau 13). Les estimations médianes calculées par la méthode bootstrap ($n = 5\ 000$) du recrutement et de l'échappée à l'échelle de la superficie du bassin hydrographique (134 km²) étaient de 2,55 kg de poids humide et de 13 110 civelles par km² de bassin hydrographique. Les estimations médianes de l'échappée après la pêche commerciale de la civelle dans la rivière East à Chester étaient de 1,62 kg et de 9 135 civelles par km² (tableau 15, figure 18).

L'échappée des anguilles argentées du lac Oakland, les années où les dénombrements étaient considérés comme presque complets (2012 à 2015, 2017; tableau 16), a varié de 5,7 à 8 anguilles par hectare (0,93 à 1,13 kg/ha) d'habitat lacustre et de 0,9 à 1,3 anguille par hectare (0,15 à 0,18 kg par hectare) de superficie du bassin hydrographique (tableau 16). Eel Pond a produit 8,1 anguilles (0,73 kg) par hectare d'habitat lacustre et 2,6 anguilles (0,23 kg) par hectare de superficie du bassin hydrographique en 2015 (tableau 16). Dans l'ensemble, ces chiffres permettent de penser que la production d'anguilles argentées n'est pas élevée dans ces bassins hydrographiques.

Parasite de la vessie natatoire

A. crassus peut causer des dommages importants à la vessie natatoire des anguilles qu'il infecte. Les effets pathologiques résultant de l'infection, que l'on comprend mieux pour l'anguille européenne (*A. anguilla*), peuvent entraîner une diminution de la quête de nourriture, des réserves d'énergie et de la capacité de nage (Sprengel et Luchtenberg 1991, Palstra *et al.* 2007). Ce sont tous des facteurs qui pourraient réduire la capacité des anguilles adultes infectées à migrer et à frayer dans la mer des Sargasses (Barse et Secor 1999, Kirk 2003, Knopf 2006). Une étude récente (Warshafsky 2017) visant à comprendre les effets d'*A. crassus*

sur l'anguille d'Amérique au niveau de la population a montré que, bien que certains animaux utilisés dans les essais aient présenté une capacité à récupérer partiellement des dommages causés à leur vessie natatoire, le taux de survie annuel des anguilles infectées était de 0,76 par rapport aux anguilles non infectées.

La répartition du parasite de la vessie natatoire dans la région des Maritimes a été décrite comme fragmentée lors des relevés de 2008 et 2009 rapportés dans Campbell *et al.* (2013). La rivière East à Chester et le ruisseau du lac Oakland sont les seuls nouveaux lieux où le parasite a été détecté depuis les relevés de 2008 et 2009, et ces détections sont le résultat d'une surveillance dirigée par le MPO et l'industrie. Les efforts déployés pour rechercher la présence du parasite ont été faibles.

La zone d'occurrence cumulative du parasite dans la région des Maritimes est, au minimum, de 38 037 km² (40,6 % du total), la pêche à l'anguille et à la civelle ayant chevauché la présence du parasite dans 35 163 km² (environ 37 % du total) et 4 771 km² (5 % du total) de la superficie du bassin hydrographique, respectivement (tableau 11). Des protocoles sont en vigueur pour désinfecter les engins de pêche à la civelle (mais pas à l'anguille) avant de les déplacer dans des bassins hydrographiques distincts.

CHEVAUCHEMENT SPATIAL DES PÊCHES À L'ANGUILLE ET À LA CIVELLE

2. Quelle est l'étendue du chevauchement spatial entre les pêches commerciales à l'anguille et à la civelle chaque année depuis 2015?

La politique consiste à ne pas autoriser la pêche à la civelle dans les rivières où la pêche à l'anguille a été pratiquée au cours des trois années précédentes. Elle a été raisonnablement efficace pour limiter l'étendue du chevauchement entre les deux secteurs de la pêche à moins de 10 % de l'habitat disponible pour les anguilles (tableau 11). Il est toujours possible que le chevauchement s'étende, potentiellement de façon importante, une année donnée, selon le nombre de participants à la pêche commerciale à l'anguille et leur choix de lieux de pêche.

Toutefois, il ne faut pas considérer les informations concernant les activités de pêche de l'anguille au cours de la dernière saison de pêche comme exhaustives car tous les pêcheurs d'anguille ne soumettent pas leur journal de bord pour la saisie des données à la fin de la saison. Dans les faits, cela se traduit par un décalage de deux ans dans la déclaration des lieux de pêche, étant donné que la pêche à l'anguille peut se prolonger jusqu'en novembre.

POINTS DE RÉFÉRENCE DE LA MORTALITÉ RECOMMANDÉS POUR LES ANGUILLES

3. D'après une analyse de la biomasse reproductrice par recrue, quels sont les points de référence recommandés pour permettre aux anguilles adultes de s'échapper des pêches et des installations hydroélectriques et est-ce que le taux de mortalité actuel est acceptable?

Pêches à l'anguille

D'après les résultats de l'analyse de la biomasse reproductrice par recrue (RPR) appliqués aux caractéristiques moyennes du cycle biologique des populations d'anguille de la région des Maritimes, les mortalités par pêche (F) correspondant à RPR₃₀ % et à RPR₅₀ % sont respectivement de 0,166 et 0,09 (figure 19).

Il n'est pas conseillé pour le moment d'évaluer si les activités de pêche actuelles dans les différents bassins hydrographiques se situent dans des limites acceptables étant donné que l'on ne dispose que de deux années de données sur les prises et de données fiables limitées sur l'effort. On peut néanmoins noter que la pêche à l'anguille se pratique dans moins de la moitié

de l'habitat dont disposent les anguilles au niveau régional (tableau 10). Dans l'ensemble, on peut donc s'attendre à ce que les prélèvements par la pêche soient modérés par rapport à la capacité de production globale de la région. Toutefois, il est possible que des effets cumulatifs découlent des interactions avec les installations de production hydroélectrique dans les 6 % de l'habitat disponible que ces installations partagent avec la pêche à l'anguille (tableau 11) et les 11 % supplémentaires de l'habitat disponible qu'elles partagent avec la pêche à la civelle (tableau 11), ce qui pourrait nuancer la perception que la pêche à l'anguille a un impact moyen sur la production régionale d'anguilles adultes. Une mortalité marquée dans l'une de ces pêches nécessiterait une réduction potentiellement importante de la mortalité par pêche dans l'autre (figure 20).

Centrales hydroélectriques

On dispose de très peu d'information sur l'existence et l'efficacité des installations de contournement vers l'amont et vers l'aval pour l'anguille d'Amérique. Les estimations de la mortalité due aux turbines, des anguilles adultes en avalaison ne sont disponibles que pour une seule installation (Carr et Whoriskey 2008). Les pertes potentielles pendant le stade de l'anguille jaune, qui peut durer deux décennies ou plus, ne sont pas bien comprises, bien que certaines indications aient démontré que l'anguille jaune de la région des Maritimes peut migrer considérablement entre l'habitat d'eau douce et d'eau de marée (Jessop *et al.* 2002), ce qui montre que le risque de mortalité pendant la traversée des installations hydroélectriques vers l'aval ne se limite peut-être pas au transit unique qui est présumé pour la dévalaison des anguilles argentées.

Il n'est actuellement pas possible d'estimer l'impact total des installations hydroélectriques sur la productivité de l'anguille.

L'analyse de la biomasse reproductrice par recrue (RPR) permet d'estimer les points de référence de la mortalité des anguilles argentées, en supposant une seule interaction (transit) pour traverser une installation de production hydroélectrique. D'après son application aux caractéristiques moyennes du cycle biologique des populations d'anguille de la région des Maritimes, les mortalités associées à la production d'hydroélectricité correspondant à $RPR_{30\%}$ et à $RPR_{50\%}$ sont respectivement de 1,204 et 0,693 (figure 21).

POINTS DE REFERENCE DE LA MORTALITE RECOMMANDES POUR LES PECHES A LA CIVELLE

4. *Quels sont les points de référence basés sur la valeur F recommandés pour la pêche à la civelle dans la région des Maritimes? Quelle est la situation de l'exploitation actuelle par rapport aux points de référence?*

D'après les résultats de l'analyse de la biomasse reproductrice par recrue (RPR) appliqués aux caractéristiques moyennes du cycle biologique de l'anguille de la région des Maritimes, les mortalités par pêche (F) de la civelle correspondant à $RPR_{30\%}$ et à $RPR_{50\%}$ sont respectivement de 0,12 et 0,69 (figure 22).

Les effectifs observés de la montaison des civelles moins les estimations des échappées de civelles dans la rivière East à Chester pour les années 1996 à 2002 et 2008 à 2018 indiquent que cette pêche localisée a prélevé entre 5 et 65 % de la montaison (tableau 17, figure 23). Les estimations annuelles sont toutes inférieures à $F_{RPR50} = 0,69$ (figure 23). Les taux d'exploitation médians estimés à partir des données sur les prises et l'effort modélisées concordent en général avec les taux d'exploitation observés, mais en cas d'écart importants par rapport aux valeurs observées, les valeurs modélisées sont plus élevées et supérieures à RPR_{30} (figure 23).

Les taux d'exploitation ont été estimés à partir de l'historique des prises pour chaque pêche propre à une rivière. Le nombre de civelles disponibles pour la pêche a été estimé en multipliant la superficie du bassin hydrographique de la rivière par l'effectif médian estimé (kg) de la montaison de civelles dans la rivière East à Chester, à l'échelle de 1 km² d'habitat (tableau 15, figure 18). La courbe du taux d'exploitation (débarquements annuels par rivière pour toutes les années), par rapport à la superficie du bassin hydrographique (logarithme naturel transformé) (km²) pour la rivière en question (figure 24), indique un risque de surpêche des montaisons de civelles dans des bassins hydrographiques d'une superficie inférieure à environ 250–300 km². La superficie cumulée des bassins hydrographiques de moins de 250 km² qui soutiennent les pêches à la civelle est petite (environ 6 %) par rapport à l'habitat total disponible pour les anguilles, mais elle représente approximativement 20 % de la superficie totale pêchée pour les civelles et de 70 à 73 % des bassins hydrographiques qui ont été activement exploités chaque année depuis 2015.

L'historique de la pêche montre que le quota arbitraire par rivière de 400 kg de poids humide n'a pas été atteint dans les rivières de moins de 250 km² et qu'il est rarement atteint dans les bassins hydrographiques plus grands (figures 25 et 26). Ce résultat pourrait être la conséquence d'un moins grand nombre de civelles disponibles à la capture, peut-être en raison de l'hétérogénéité géographique de l'effectif des montaisons. Toutefois, les limites relativement uniformes entre les cours d'eau fixées pour le nombre d'engins pouvant être utilisés ont pu contribuer à une relation inverse entre la capacité de pêche et la superficie de la rivière.

L'évaluation du rendement de la pêche régionale, en tenant compte de l'effort de pêche, par rapport aux taux de mortalité correspondant à RPR₃₀ et RPR₅₀ (figures 25 et 26) montre qu'il est nécessaire d'ajuster les quotas par rivière en fonction de la superficie d'habitat associée aux rivières où la pêche à la civelle est autorisée. On recommande une valeur RPR₃₀ (F = 1,2) comme point de référence limite, à condition que le recrutement des civelles par km² reste supérieur à la médiane à long terme, qui est actuellement de 2,34 kg/km². La plupart des taux d'exploitation propres aux rivières étaient inférieurs à l'équivalent d'exploitation de F_{RPR30}, sauf dans des rivières plus petites certaines années. Bien que les effectifs de la montaison prédits à partir de modèles qui relient les prises et l'effort de pêche commerciale à la civelle à l'effectif total de la montaison aient donné des résultats similaires à l'application des données sur les prises et l'échappée observées pour la rivière East à Chester, il serait préférable, à l'avenir, d'utiliser l'effectif total de la montaison et l'échappée observés chaque fois que cela est possible.

CONSEQUENCES SUR LES MESURES DE GESTION EXISTANTES

5. Quelles seront les conséquences de ces points de référence sur les mesures de gestion existantes concernant la pêche à l'anguille et à la civelle s'ils sont adoptés?

Cette évaluation n'a pas permis d'examiner en détail l'état actuel de la pêche à l'anguille, y compris en ce qui concerne les points de référence de la mortalité recommandés. L'empreinte géographique de la pêche régionale s'est avérée relativement modeste. La participation est actuellement faible par rapport à la participation historique et possible (permis disponibles), tout comme le nombre d'engins sous permis actifs. Ensemble, cela explique en partie pourquoi les débarquements actuels sont faibles par rapport aux années passées. Ces facteurs donnent à penser qu'il pourrait être plus bénéfique pour la conservation de maintenir la séparation spatiale des pêches à l'anguille et à la civelle jusqu'à ce que l'on dispose de suffisamment de données pour évaluer l'état de la pêche à l'anguille en tenant compte de la mortalité cumulée découlant des interactions avec la pêche à la civelle et les installations hydroélectriques.

Il faudra réviser les quotas de pêche à la civelle au moins au niveau de chaque rivière afin de ramener la mortalité par pêche en dessous du point de référence limite. Les poids des civelles associés à l'importance de la montaison sur une échelle de 1 km² qui correspond à RPR₃₀ et à RPR₅₀ devraient donner quelques indications sur les quotas acceptables pour chaque rivière. Ces poids sont actuellement estimés à 1,61 kg/km² et 1,15 kg/km² pour RPR₃₀ et RPR₅₀, respectivement.

CALENDRIER D'ÉVALUATION ET CONTENU DES MISES A JOUR

6. Quel est le calendrier pour les évaluations futures de l'anguille d'Amérique et quels renseignements seront inclus dans les mises à jour fournies entre les évaluations?

La disponibilité, pratiquement la même année civile que la pêche, de données fiables sur le recrutement de la civelle, dépendantes et indépendantes de la pêche, combinée à des caractéristiques du cycle vital qui se traduisent par un délai d'une à deux décennies de la réaction des populations fluviales, mesurée comme l'échappée d'anguilles argentées, aux changements du recrutement, indique que les évaluations pourraient avoir lieu tous les cinq ans environ.

L'augmentation en série du recrutement des civelles, malgré une importante variabilité interannuelle (tableau 14; figures 15 et 27), montre que la productivité potentielle des anguilles de la région des Maritimes n'est pas statique et qu'elle est sujette à changement. L'approche recommandée pour établir des points de référence à l'appui de stratégies de gestion prudentes dans les scénarios de changement de productivité consiste à utiliser la série chronologique la plus longue possible d'indicateurs de l'état du stock et à définir les points de référence sur la base de la moyenne à long terme de la série (MPO 2013). Il est donc recommandé d'utiliser l'abondance médiane mobile de l'indice de recrutement des civelles dans la rivière East à Chester (valeur actuelle estimée = 2,34 kg/km²) comme principal indicateur de l'état. Une baisse du recrutement des civelles en dessous de la médiane à long terme nécessiterait une réévaluation des points de référence de la mortalité.

Il demeure cependant plus urgent de mieux comprendre l'état des populations d'anguilles résidentes dans les rivières, les impacts des installations de production hydroélectrique sur les échappées d'anguilles adultes et d'évaluer les interactions entre les pêches à l'anguille et à la civelle et entre les pêches à l'anguille et les installations de production hydroélectrique afin de mieux gérer les anguilles dans un cadre de gestion prudente intégrée (DFO 2009). Nous disposerons de cinq années de données sur les prises et l'effort de pêche à l'anguille d'ici janvier 2021 (pour les années de pêche 2015 à 2020). Des changements récents dans les structures de déclaration des activités de pêche à la civelle pourraient produire de meilleures données sur les prises et l'effort par engin et par site. Ces données pourraient faciliter une étude plus approfondie de l'hétérogénéité géographique de l'importance de la montaison des civelles. Ces facteurs peuvent justifier une évaluation au milieu ou à la fin de 2021.

Les mises à jour sur l'état des stocks comprennent l'effectif de la montaison annuelle et l'échappée dans la rivière East à Chester, le nombre de juvéniles tiré du calcul de l'indice de la civelle dans la rivière East et, selon le moment de la mise à jour, le total des débarquements de la pêche commerciale à la civelle l'année en cours. La moyenne mobile à long terme et sur trois ans du recrutement des civelles (figure 27) pourrait être mise à jour afin de déterminer si un changement dans l'état du recrutement de civelles pourrait justifier une évaluation plus détaillée.

L'information concernant la pêche à l'anguille pourrait inclure au minimum les données sur les permis et les prises globales pour l'année la plus récente où ces renseignements sont disponibles. Les intrants suggérés pour le sommaire annuel sont le nombre de permis

disponibles, le nombre de permis délivrés et actifs, le nombre d'engins associés aux permis actifs et les prises annuelles totales pour chaque province.

REMERCIEMENTS

Les données compilées sur le dénombrement des civelles dans la rivière East à Chester représentent la contribution collective de nombreux techniciens de terrain, étudiants et stagiaires. Nous les remercions tous. Nous soulignons l'aide passée et continue des pêcheurs commerciaux de civelle qui ont généreusement soutenu les activités de surveillance dans la rivière depuis le début du projet en 1996. Nous remercions Yvonne, Wayne et Genna Carey pour leur disponibilité à participer à toutes les questions liées au dénombrement des civelles et pour leur contribution à l'élaboration des avis scientifiques qui en résultent.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Aieta, A.E., and K. Oliveira. 2009. Distribution, prevalence, and intensity of the swim bladder parasite *Anguillicola crassus* in New England and eastern Canada. *Diseases of Aquatic Organisms* 84: 229–235.
- Barbin, G.P., and McCleave, J.D. 1997. Fecundity of the American Eel (*Anguilla rostrata*) at 45° N in Maine, U.S.A. *J. Fish Biol.* 51: 840–847.
- Barse, A.M., and D. Secor 1999. An exotic nematode parasite of the American Eel. *Fisheries* 24: 6–10.
- Bevacqua, D., P. Melia, G.A. De Leo, and M. Gatto. 2011. [Intra-specific scaling of natural mortality in fish: the paradigmatic case of the European Eel](#). *Oecologia* 165, 333–339. DOI 10.1007/s00442-010-1727-9.
- Bowlby, H.D. 2018. Productivity of riverine habitats may be changing for American Eel. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 75: 1773–1777.
- Bowlby, H.D., A.J.F. Gibson and A. Levy. 2013. [Recovery Potential Assessment for Southern Upland Atlantic salmon: Status, Past and Present Abundance, Life History and Trends](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/005: v + 72 p.
- Bradford, R.G. 2013. [2010 status of American Eel \(*Anguilla rostrata*\) in Maritimes Region](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/083. iv + 39 p.
- Cairns, D.K., V. Tremblay, F. Caron, J.M. Casselman, G. Verreault, B.M. Jessop, Y. de Lafontaine, R.G. Bradford, R. Verdon, P. Dumont, Y. Mailhot, J. Zhu, A. Mathers, K. Oliveira, K. Benhalima, J. Dietrich, J.A. Hallett, and M. Lagacé. 2008. American Eel abundance indicators in Canada. *Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci.* No. 1207. 78 pp.
- Cairns, D.K., Chaput, G., Poirier, L.A., Avery, T.S., Castonguay, M., Mathers, A., Casselman, J.M., Bradford, R.G., Pratt, T., Verreault, G., Clarke, K., Veinott, G., and Bernatchez, L. 2014. [Recovery Potential Assessment for the American Eel \(*Anguilla rostrata*\) for eastern Canada: life history, distribution, reported landings, status indicators, and demographic parameters](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/134. xiv + 157 p.
- Campbell, D.M., Bradford, R.G., and Jones, K.M.M. 2013. [Occurrences of *Anguillicoloides crassus*, an invasive parasitic nematode, infecting American Eel \(*Anguilla rostrata*\) collected from New Brunswick and Nova Scotia Rivers: 2008–2009](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/082. iv + 19 p.

-
- Carr, J.W., and Whoriskey, F.G. 2008. Migration of silver American Eels past a hydroelectric dam and through a coastal zone. *Fish. Manag. Ecol.* 15: 393–400.
- Chaput, G., and Cairns, D. 2011. [Mortality reference points for the American Eel \(*Anguilla rostrata*\) and an application for evaluating cumulative impacts of anthropogenic activities.](#) DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/053. iv + 28 p.
- Chaput, G., Pratt, T.C., Cairns, D.K., Clarke, K.D., Bradford, R.G., Mathers, A., and Verreault, G. 2014. [Recovery Potential Assessment for the American Eel \(*Anguilla rostrata*\) for eastern Canada: description and quantification of threats.](#) DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/135. vi + 90 p.
- COSEPAC. 2006. [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. x + 80 p.
- 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 p.
- DFO. 1998. [Scotia-Fundy Elvers Integrated Fisheries Management Plan.](#)
- DFO. 2009. [A fishery decision-making framework incorporating the Precautionary Approach. A fishery decision-making framework incorporating the precautionary approach.](#)
- DFO. 2010. [Status of American Eel and progress on achieving management goals.](#) DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2010/062.
- DFO. 2017. [Proceedings of the Regional Peer Review of the Stock Framework for American Eel \(*Anguilla rostrata*\) and Elvers.](#) October 26–27, 2016. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proc. 2017/048.
- Gabriel, W.L., M.P. Sissenwine, and W.J. Overholtz. 1989. Analysis of Spawning Stock Biomass Per Recruit: An Example for Georges Bank Haddock. *N. Am. J. Fish. Manage.* 9: 383–391.
- Gilbert, R.O. 1987. *Statistical methods for environmental pollution monitoring.* Van Nostrand Reinhold, New York. 320 p.
- Groom, W. 1975. Elver observations in New Brunswick's Bay of Fundy Region. *Res. Develop. Br., N.B. Dept. Fish., Fredericton.* 156 p.
- Haro, A. J., and W. H. Krueger. 1988. Pigmentation, size and migration of elvers (*Anguilla rostrata* (LeSueur)) in a coastal Rhode Island stream. *Can. J. Zool.* 66: 2528–25233.
- ICES. 2001. Report of the EIFAC/ICES Working Group on Eels St. Andrews, N.B., Canada, 28 August–1 September 2000. ICES CM 2001/ACFM:03.
- Jessop, B.M. 1996a. [The Status of American Eels \(*Anguilla rostrata*\) in the Scotia-Fundy Area of the Maritime Region as Indicated by Catch and License Statistics.](#) DFO Atl. Fish. Res. Doc. 96/118. 15 p.
- Jessop, B.M. 1996b. [Review of the American Eel Elver Fisheries in Scotia-Fundy Area, Maritimes Region.](#) DFO Atl. Fish. Res. Doc. 96/04. 7 p.
- Jessop, B. M. 1998a. The management of, and fishery for, American Eel elvers in the Maritime Provinces, Canada. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 349: 103–116.

-
- Jessop, B. M. 1998b. Geographic and seasonal variation in biological characteristics of American Eel elvers in the Bay of Fundy area and on the Atlantic coast of Nova Scotia. *Can. J. Zool.* 76(12): 2172–2185.
- Jessop, B. M. 2000a. Size, and exploitation rate by dip net fishery of the run of American Eel, *Anguilla rostrata* (LeSueur), elvers in the East River, Nova Scotia. *Dana* 12: 43–57.
- Jessop, B. M. 2000b. The biological characteristics of, and efficiency of dip-net fishing for, American Eel elvers in the East River, Chester, Nova Scotia. *Diadr. Fish. Div. Doc. No.* 2000–01. 33 p.
- Jessop, B.M. 2003. The run size and biological characteristics of American Eel elvers in the East River, Chester, Nova Scotia, 2000. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No.* 2444. 42 p.
- Jessop, B.M., J.C. Shiao, Y. Iizuka, and W.N. Tzeng. 2002. Migratory behaviour and habitat use by American Eels *Anguilla rostrata* as revealed by otolith microchemistry. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 233: 217–229.
- Kidd, S.D., Curry, A., and Munkittrick, K.R. 2011. The Saint John River: A State of the Environment Report. Canadian Rivers Institute, University of New Brunswick, Fredericton, N.B. 142 p.
- Kirk, R.S. 2003. The impact of *Anguillicola crassus* on European Eels. *Fisheries Management and Ecology* 10: 385–394.
- Knopf, K. 2006. The swim bladder nemaode *Anguillicola crassus* in the European Eel *Anguilla anguilla* and the Japanese Eel *Anguilla japonica*: Differences in susceptibility and immunity between a recently colonized host and the original host. *Journal of Helminthology* 80:129–136.
- Mace, P.M., and M.P. Sissenwine. 1993. How much spawning biomass per recruit is enough? Pp. 101–118. In S.J. Smith, J.J. Hunt, and D. Rivard (Eds.). *Risk Evaluation and Biological Reference Points for Fisheries Management*. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 120.
- MPO. 2007. [Pour un nouveau cadre scientifique écosystémique en faveur d'une gestion intégrée](#). Canada. Ministère des pêches et des océans, Ottawa, Ontario. MPO/2007-1296
- MPO. 2013. [Compte rendu de l'atelier national pour Expertise technique en évaluation de stocks \(ETES\) : Points de référence en matière de rendement maximal soutenu \(RMS\) et approche de précaution en situation de variation de la productivité ; du 13 au 15 décembre 2011](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. *Compte rendu* 2012/055.
- MPO. 2014. [Évaluation du potentiel de rétablissement de l'anquille d'Amérique \(*Anguilla rostrata*\) de l'est du Canada](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. *Avis sci.* 2013/078
- MPO. 2018. [Plan de gestion intégrée des pêches \(évolutif\) à la civelle Région des maritimes](#).
- New Brunswick Geographic Information Corporation. 1993. *New Brunswick Maps*. Tribune Press, Sackville, N.B.
- Nova Scotia Geomatics Centre. 2001. *The Nova Scotia Atlas*. Formac Publishing Company, Halifax, N.S.
- O'Leary, D. 1971. A low head elver trap developed for use in Irish rivers. *EIFAC Tech. Pap.* 14: 129–142.

-
- Palstra, A.P., D.F.M. Heppener, V.J.T. van Ginneken, C. Szekely, and G.E.E.J.M. van den Thillart. 2007. Swimming performance of silver eels is severely impaired by the swimbladder parasite *Anguillicola crassus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 352(1): 244–256.
- Plummer, M. (2013). [JAGS Version 3.4.0 user manual](#). (pp. 0–41).
- Sprengel, G., and H. Luchtenberg. 1991. Infection of endoparasites reduces maximum swimming speed of European smelt *Osmerus eperlanus* and European Eel *Anguilla anguilla*. *Diseases of Aquatic Organisms* 11: 31–35.
- Stacey, J.A., T.C. Pratt, G. Verreault and M.G. Fox. 2015. A caution for conservation stocking as an approach for recovering Atlantic eels. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, 25, pp. 569–580.
- Warshafsky, Z.T. 2017. [Impact of the Parasitic Nematode *Anguillicoloides Crassus* on American Eels \(*Anguilla rostrata*\) in Chesapeake Bay](#). Dissertations, Theses, and Masters Projects. Paper 1516639681. Virginia Institute of Marine Science: ix + 87p.

TABLEAUX

Tableau 1. Type et nombre d'engins autorisés pour la pêche de la civelle dans la région des Maritimes. Pour chaque type d'engin, le nombre total varie en fonction des neuf différents permis valides.

Type d'engin	Nombre total	Remarques
Épuisettes	156 (dont 56 peuvent être munies d'ailes stationnaires)	La longueur des ailes stationnaires peut varier selon ce que précisent les conditions du permis.
Pièges à civelle	147	Les pièges à civelle, qui sont des verveux à mailles fines, sont considérés comme des « pièges à anguilles » en vertu du <i>Règlement de pêche des provinces maritimes</i> (RPPM). Le nombre maximal de pièges à civelle dans une même rivière est précisé dans les conditions du permis. La taille maximale des pièges à civelle peut varier selon ce que précisent les conditions du permis.
Casiers à civelle	34	Les casiers à civelle sont considérés comme des « casiers à anguille » en vertu du RPPM.
Chaluts	3	Les limites de taille sont précisées dans les conditions du permis. La taille maximale est de 2,2 m de largeur et de 1,3 m de hauteur.
Pièges tubulaires	10	Les limites de taille sont précisées dans les conditions du permis.

Tableau 2ai. Prises annuelles moyennes (\pm écart-type) d'anguilles d'Amérique (par zone de relevé de 100 m²) dans les affluents se trouvant en aval du barrage de Mactaquac, qui est situé sur le cours principal du fleuve Saint-Jean, au Nouveau-Brunswick. Les espaces vides (-) indiquent l'absence de données disponibles.

Année	Canaan				Gaspereau				Hammond				Kennebecsis			
	Sites	Anguilles	Anguilles/100 m ²		Sites	Anguilles	Anguilles/100 m ²		Sites	Anguilles	Anguilles/100 m ²		Sites	Anguilles	Anguilles/100 m ²	
	n	n	Moyenne	Écart-type	n	n	Moyenne	Écart-type	n	n	Moyenne	Écart-type	n	n	Moyenne	Écart-type
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	4	91	1,91	3,81	5	0	0,00	0,00
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	4	67	0,80	0,58	1	20	1,22	0,00
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	4	67	0,95	0,60	-	-	-	-
1998	2	44	1,69	1,25	-	-	-	-	4	33	0,52	0,37	5	11	0,16	0,20
1999	2	33	1,94	0,59	1	0	0,00	0,00	4	50	0,73	0,42	5	25	0,29	0,32
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0	0,00	0,00	5	15	0,17	0,23
2001	2	25	1,36	0,81	-	-	-	-	4	66	0,66	0,46	-	-	-	-
2002	2	28	1,99	1,31	-	-	-	-	4	18	0,23	0,13	-	-	-	-
2003	2	33	1,85	0,34	-	-	-	-	5	55	0,77	0,31	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	10	163	-	-	1	0	-	-	35	447	-	-	21	71	-	-

Tableau 2aii. Prises annuelles moyennes (\pm écart-type) d'anguilles d'Amérique (par zone de relevé de 100 m²) dans les affluents se trouvant en aval du barrage de Mactaquac, qui est situé sur le cours principal du fleuve Saint-Jean, au Nouveau-Brunswick. Les espaces vides (-) indiquent l'absence de données disponibles.

Année	Keswick				Nashwaak				Nerepis				Salmon (Chipman)			
	Sites	Anguilles	Anguilles/100 m ²		Sites	Anguilles	Anguilles/100 m ²		Sites	Anguilles	Anguilles/100 m ²		Sites	Anguilles	Anguilles/100 m ²	
	n	n	Moyenne	Écart-type	n	n	Moyenne	Écart-type	n	n	Moyenne	Écart-type	n	n	Moyenne	Écart-type
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	4	134	2,37	2,75	5	56	0,57	0,78	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	5	65	1,36	1,46	10	188	1,47	1,40	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	5	0	0,00	0,00	14	95	0,46	0,79	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	4	87	2,11	1,33	8	55	0,62	0,90	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	4	39	0,88	0,78	9	136	1,39	0,66	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	4	18	0,47	0,33	9	130	1,04	0,69	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	3	47	1,60	0,28	13	159	1,22	0,94	2	9	0,68	0,28	-	-	-	-
1999	4	35	0,87	0,61	13	106	0,70	0,68	1	10	0,92	0,00	2	0	0,00	0,00
2000	3	5	0,17	0,22	9	163	1,37	1,01	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	4	61	1,49	0,55	12	220	1,50	0,78	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	4	72	1,71	1,30	9	146	1,36	1,05	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	5	57	1,13	0,85	12	77	0,52	0,55	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	26	541	2,05	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	25	408	1,47	1,18	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	26	225	0,85	0,74	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	26	392	1,43	0,99	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	16	215	1,27	1,11	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	11	139	1,09	0,84	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	10	146	1,08	0,95	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	10	76	0,62	0,36	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	10	213	1,73	1,08	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	49	620	-	-	283	3 886	-	-	3	19	-	-	2	0	-	-

Tableau 2b. Prises annuelles moyennes (\pm écart-type) d'anguilles d'Amérique (par zone de relevé de 100 m²) dans les affluents se trouvant en amont du barrage de Mactaquac, qui est situé sur le cours principal du fleuve Saint-Jean, au Nouveau-Brunswick. Les espaces vides (-) indiquent l'absence de données disponibles.

Année	Becaguimec				Meduxnekeag				Salmon (Vic)				Shikatehawk				Tobique			
	Sites	Anguilles	Anguilles/100 m ²		Sites	Anguilles	Anguilles/100 m ²		Sites	Anguilles	Anguilles/100 m ²		Sites	Anguilles	Anguilles/100 m ²		Sites	Anguilles	Anguilles/100 m ²	
	n	n	Moyenne	Écart-type	n	n	Moyenne	Écart-type	n	n	Moyenne	Écart-type	n	Anguilles	Moyenne	Écart-type	n	n	Moyenne	Écart-type
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	4	0	0,00	-	-	-	-	-	2	0	0,00	-	3	0	0,00	-
1993	5	0	0,00	-	5	0	0,00	-	2	0	0,00	-	5	0	0,00	-	-	-	-	-
1994	4	0	0,00	-	5	0	0,00	-	-	-	-	-	5	0	0,00	-	5	0	0,00	-
1995	5	0	0,00	-	5	0	0,00	-	3	0	0,00	-	4	0	0,00	-	10	0	0,00	-
1996	5	0	0,00	-	4	0	0,00	-	3	0	0,00	-	5	0	0,00	-	18	1	0,00	-
1997	5	0	0,00	-	5	0	0,00	-	5	0	0,00	-	2	0	0,00	-	17	0	0,00	-
1998	5	0	0,00	-	5	0	0,00	-	5	0	0,00	-	4	0	0,00	-	17	0	0,00	-
1999	5	0	0,00	-	5	0	0,00	-	5	0	0,00	-	5	0	0,00	-	18	0	0,00	-
2000	5	0	0,00	-	5	1	0,01	-	5	0	0,00	-	5	0	0,00	-	16	0	0,00	-
2001	5	0	0,00	-	4	0	0,00	-	5	0	0,00	-	5	0	0,00	-	17	0	0,00	-
2002	5	0	0,00	-	4	0	0,00	-	5	0	0,00	-	5	0	0,00	-	14	0	0,00	-
2003	5	0	0,00	-	3	0	0,00	-	5	0	0,00	-	5	0	0,00	-	17	0	0,00	-
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	0	0,00	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0,00	-	58	0	0,00	-
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0	0,00	-	-	-	-	-	57	0	0,00	-
2007	7	0	0,00	-	4	0	0,00	-	6	0	0,00	-	6	0	0,00	-	29	0	0,00	-
2008	7	0	0,00	-	4	0	0,00	-	5	0	0,00	-	7	0	0,00	-	28	0	0,00	-
2009	7	0	0,00	-	4	0	0,00	-	5	0	0,00	-	7	0	0,00	-	17	0	0,00	-
2010	5	0	0,00	-	4	0	0,00	-	8	0	0,00	-	5	0	0,00	-	18	0	0,00	-
2011	5	0	0,00	-	4	0	0,00	-	5	0	0,00	-	5	0	0,00	-	18	0	0,00	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	0	0,00	-
Total	85	0	-	-	74	1	-	-	77	0	-	-	83	0	-	-	451	1	-	-

Tableau 3. Résumé des indices d'abondance fondés sur la pêche à l'électricité dans le document de Cairns et al. (2014) pour la région des Maritimes. L'abondance est estimée comme étant le nombre annuel moyen d'anguilles capturées par 100 m² lors du premier balayage. Les espaces vides (-) indiquent l'absence de données disponibles.

Année	Anguilles par 100 m ² lors du premier balayage		
	St. Marys	LaHave	Nashwaak
1985	6,89	-	-
1986	6,48	-	-
1987	-	-	-
1988	-	-	-
1989	-	-	-
1990	-	-	-
1991	-	-	3,10
1992	-	-	0,73
1993	-	-	1,18
1994	-	-	0,46
1995	6,61	0,81	0,62
1996	3,51	-	1,39
1997	5,04	1,60	1,04
1998	8,45	-	1,22
1999	5,42	-	0,70
2000	1,66	3,64	1,37
2001	1,68	1,90	1,50
2002	1,40	1,86	1,36
2003	1,83	0,57	0,52
2004	0,47	0,46	2,05
2005	1,41	0,45	1,47
2006	1,11	0,31	0,85
2007	1,90	0,05	1,43
2008	0,80	0,18	1,27
2009	1,03	0,44	1,09
2010	1,59	0,86	1,08
2011	1,45	0,41	0,62
2012	0,94	0,46	1,73
2013	1,36	0,51	0,52

Anguilles par 100 m ² lors du premier balayage			
Année	St. Marys	LaHave	Nashwaak
2014	1,25	0,48	2,03
2015	1,66	0,71	1,38

Tableau 4. Caractéristiques des bassins hydrographiques du ruisseau du lac Oakland et du ruisseau d'Eel Pond, où des dénombrements d'anguilles adultes (argentées) ont été effectués dans la région des Maritimes.

Système	Superficie (ha)		
	Bassin versant	Habitat lacustre	Sous-secteur
Ruisseau du lac Oakland	406	Lac Oakland	66
Ruisseau d'Eel Pond	370	Eel Pond	76
		Lac East	21
		Lac Otter	4
		Lac Squints	16
Total (lac)			117

Tableau 5. Paramètres d'entrée liés au cycle biologique qui ont été utilisés dans le modèle de la biomasse reproductrice par recrue.

	Âge	Longueur~LN(μ,σ)		M~U(X1,X2)		Mat~Bêta(α,β)	
		μ	σ	X1	T1	α	B
	0	2,097	0,166	0,593	1,46	49,9	0,1
	1	2,65	0,282	0,069	0,171	49,9	0,1
	2	2,981	0,235	0,031	0,076	49,9	0,1
	3	3,25	0,152	0,026	0,063	49,9	0,1
	4	3,336	0,13	0,022	0,055	49,9	0,1
	5	3,535	0,209	0,02	0,05	49,9	0,1
	6	3,613	0,23	0,019	0,046	49	1
	7	3,705	0,26	0,017	0,043	48	2
	8	3,796	0,254	0,016	0,04	47	3
	9	3,94	0,153	0,015	0,038	46	4
	10	3,84	0,285	0,015	0,036	45	5
Selon l'âge	11	4,318	0,101	0,014	0,035	30	20
	12	4,148	0,129	0,014	0,033	28	22
	13	4,114	0,138	0,013	0,032	28	22
	14	4,236	0,138	0,013	0,031	28	22
	15	4,251	0,09	0,012	0,03	28	22
	16	4,275	0,094	0,012	0,029	28	22
	17	4,207	0,107	0,012	0,028	28	22
	18	4,261	0,088	0,011	0,028	28	22
	19	4,233	0,105	0,011	0,027	28	22
	20	4,177	0,09	0,011	0,026	28	22
	21	4,424	0,167	0,01	0,026	28	22
	22	4,262	0,154	0,01	0,025	28	22
	23	4,237	0,092	0,01	0,025	28	22
	24	4,183	0,067	0,01	0,024	28	22
	25	4,217	0,043	0,01	0,024	28	22
Poids selon l'âge	$P_L = 0,0007006L^{3,2332}$						
Mortalité en mer	$M_{mer} \sim N(0,1; 0,01)$						
Fécondité selon la longueur	$F_L = 18,2 L^{2,9642}$						

Tableau 6. Résumé des permis disponibles, type de permis (pêche commerciale; pêche commerciale communautaire; pêche récréative) et type et nombre d'engins de pêche autorisés par année et par province.

Année	Province	Type de permis	Permis disponible	Engin autorisé (n)		
				Casiers	Pièges	Fascines
2015	NOUVEAU-BRUNSWICK	Pêche commerciale	26	1 621	910	0
		Pêche commerciale communautaire	1	240	80	0
	NOUVELLE-ÉCOSSE	Pêche commerciale	275	19 939	1 244	24
		Pêche commerciale communautaire	13	750	43	2
		Pêche récréative	112	696	66	0
	Totaux – 2015			427	23 246	2 343
2016	NOUVEAU-BRUNSWICK	Pêche commerciale	27	1 721	910	0
		Pêche commerciale communautaire	1	240	80	0
	NOUVELLE-ÉCOSSE	Pêche commerciale	268	19 819	1 243	25
		Pêche commerciale communautaire	13	750	43	2
		Pêche récréative	100	626	62	0
	Totaux – 2016			409	23 156	2 338

Tableau 7. Résumé des permis de pêche commerciale disponibles, du nombre d'engins pouvant être installés, du nombre de permis délivrés, associés ou non à des activités de pêche déclarées, et du nombre maximal d'engins qui auraient pu être installés par les titulaires de permis en vigueur par année, par province et par comté. Ce tableau indique aussi la moyenne et l'écart-type relativement aux engins autorisés, aux permis ayant déclaré ou non une activité de pêche et aux nombres d'engins associés aux permis en vigueur pour les années 1993 à 2004. S.O. = Sans Objet

Année	Province	Comté	Permis				Engins par permis (n)			Engins (permis en vigueur (n))			
			Délivrés	Déclaration	Aucune pêche	Pêche	Casiers	Pièges	Fascines	Casiers	Pièges	Fascines	
2015	NOUVEAU-BRUNSWICK	ALBERT	2	1	1	0	60	40	0	0	0	0	
		CHARLOTTE	3	1	0	1	300	2	0	100	0	0	
		QUEENS	5	5	3	2	240	320	0	0	120	0	
		SAINT JOHN	11	8	6	2	701	288	0	175	25	0	
		SUNBURY	3	3	1	2	120	160	0	120	80	0	
		WESTMORLAND	1	1	1	0	200	20	0	0	0	0	
		YORK	1	1	1	0	0	80	0	0	0	0	
	Nouveau-Brunswick – Totaux 2015			26	20	13	7	1 621	910	0	395	225	0
	NOUVELLE-ÉCOSSE	ANNAPOLIS	3	2	2	0	126	110	0	0	0	0	
		CAP-BRETON	36	11	9	2	1 593	328	0	125	10	0	
		COLCHESTER	4	2	1	1	230	6	2	30	0	0	
		CUMBERLAND	6	4	4	0	1 075	49	0	0	0	0	
		DIGBY	12	6	6	0	767	100	0	0	0	0	
		GUYSBOROUGH	15	4	1	3	290	13	0	80	0	0	
		HALIFAX	29	11	8	3	1 903	50	0	225	6	0	
		HANTS	4	4	3	1	420	4	0	300	0	0	
		KINGS	1	0	0	0	300	0	0	0	0	0	
		LUNENBURG	26	15	13	2	3 090	3	1	200	2	0	
		QUEENS	17	7	5	2	981	6	7	125	0	0	
		RICHMOND	15	5	3	2	293	104	7	25	37	3	
SHELBURNE		37	26	21	5	3 785	123	4	450	3	0		

Année	Province	Comté	Permis				Engins par permis (n)			Engins (permis en vigueur (n))		
			Délivrés	Déclaration	Aucune pêche	Pêche	Casiers	Pièges	Fascines	Casiers	Pièges	Fascines
		VICTORIA	13	6	5	1	340	108	2	25	57	0
		YARMOUTH	57	33	26	7	4 746	240	1	510	68	0
		Nouvelle-Écosse – Totaux 2015	275	136	107	29	19 939	1 244	24	2 095	183	3
		Totaux généraux – 2015	301	156	120	36	21 560	2 154	24	2 490	408	3
2016	NOUVEAU-BRUNSWICK	ALBERT	2	0	0	0	60	40	0	0	0	0
		CHARLOTTE	4	3	3	0	480	2	0	0	0	0
		QUEENS	6	6	2	4	240	320	0	240	200	0
		SAINT JOHN	11	5	3	2	621	288	0	100	40	0
		SUNBURY	3	3	1	2	120	160	0	120	80	0
		WESTMORLAND	1	1	1	0	200	20	0	0	0	0
		YORK	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0
		Nouveau-Brunswick – Totaux 2016	27	18	10	8	1 721	910	0	460	320	0
	NOUVELLE-ÉCOSSE	ANNAPOLIS	3	2	1	1	126	110	0	0	100	0
		CAP-BRETON	35	11	9	2	1 573	328	0	25	110	0
		COLCHESTER	4	4	3	1	230	6	2	30	0	0
		CUMBERLAND	6	3	1	2	1 075	49	0	600	30	0
		DIGBY	13	7	7	0	1 167	100	0	0	0	0
		GUYSBOROUGH	15	3	3	0	295	15	0	80	0	0
		HALIFAX	26	12	10	2	1 698	48	0	100	6	0
		HANTS	4	3	3	0	420	4	0	0	0	0
		KINGS	1	0	0	0	300	0	0	0	0	0
		LUNENBURG	23	14	13	1	2 965	3	0	25	0	0
		QUEENS	16	6	5	1	881	6	7	75	0	0
		RICHMOND	14	6	3	3	293	103	7	28	37	3

Année	Province	Comté	Permis				Engins par permis (n)			Engins (permis en vigueur (n))		
			Délivrés	Déclaration	Aucune pêche	Pêche	Casiers	Pièges	Fascines	Casiers	Pièges	Fascines
		SHELBURNE	38	23	19	4	3 860	123	6	400	0	0
		VICTORIA	12	4	4	0	290	108	2	0	0	0
		YARMOUTH	56	35	22	13	4 646	240	1	770	185	0
		Nouvelle-Écosse – Totaux 2016	266	133	103	30	19 819	1 243	25	2 133	468	3
		Totaux généraux – 2016	293	151	113	38	21 540	2 153	25	2 593	788	3
		Moyenne	S.O.	180	50	131	31 752	2 819	45	4 254	676	10
	1993 à 2004	Écart-type	S.O.	35	22	27	1 654	177	5	963	255	6

Tableau 8. Proportion des permis de pêche commerciale en vigueur associés à des prises d'anguille déclarées, et proportion des engins utilisés par les titulaires de permis ayant déclaré des activités de pêche, par province et par année. S.O. = San Objet.

Province	Participation/année		Proportion des engins 2015			Proportion des engins 2015		
	2015	2016	Casiers	Verveux	Fascines	Casiers	Verveux	Fascines
N.-B.	0,269	0,296	0,244	0,247	S.O.	0,267	0,352	S.O.
N.-É.	0,105	0,113	0,105	0,147	0,125	0,108	0,377	0,120
Valeurs combinées	0,120	0,130	0,115	0,189	0,125	0,120	0,366	0,120

Tableau 9a. Prises d'anguilles déclarées, par province et par année, dans les journaux de bord des pêcheurs commerciaux, avec indication des prises vendues et non vendues. Le total annuel des prises (kg) de la pêche du fleuve Saint-Jean est indiqué comme la proportion du total des prises déclarées au Nouveau-Brunswick et comme la proportion du total des prises de la pêche à l'anguille de la région des Maritimes.

Année	Province	Prises (kg)		Débarquements du fleuve Saint-Jean		
		Vendues	Non vendues	kg	p(N.-B.)	p(Total)
2015	N.-B.	13 055	0	13 018	0,997	0,361
	N.-É.	23 049	1 435	-	-	-
Total annuel (kg)		36 103	1 435	-	-	-
2016	N.-B.	23 506	0	23 506	1,000	0,532
	N.-É.	20 637	2 643	-	-	-
Total annuel (kg)		44 143	2 643	-	-	-

Table 9b. La moyenne (± 1 écart-type) des débarquements annuels déclarés (tm) par province pour les années 1993 à 2004 est aussi indiquée.

Année	Province	Débarquements (tm)
1993 à 2004	N.-B.	91 \pm 27
	N.-É.	73 \pm 21
Total		164 \pm 44

Tableau 10. Résumé de la superficie (km² et exprimée comme une proportion de la superficie totale) des bassins hydrographiques des rivières aménagées pour produire de l'hydroélectricité, où la pêche de l'anguille et la pêche de la civelle sont pratiquées et où des anguilles ont été infectées par le parasite de la vessie natatoire. Les données sont séparées selon les périodes suivantes : période de la construction du barrage de Mactaquac (1969); de 1970 à 2014; et années 2015, 2016 et 2017.

Période (années)	Activité	Bassins hydrographiques (n)	Zone d'influence	
			km ²	P(total)
1969	Hydroélectricité	20	33 410	0,302
	Pêches de l'anguille	déclarations peu fiables	-	-
	Pêches de la civelle	Aucune pêche	-	-
	Parasite	Aucune donnée	-	-
1970–2014	Hydroélectricité	19	16 396	0,175
	Pêches de l'anguille	déclarations peu fiables	-	-
	Pêches de la civelle ¹	159	32 668	0,349
	Parasite	11	38 037	0,406
2015	Hydroélectricité	17	15 375	0,164
	Pêches de l'anguille	35	43 832	0,468
	Pêches de la civelle	92	26 736	0,285
	Parasite	11	38 037	0,406
2016	Hydroélectricité	17	15 375	0,164
	Pêches de l'anguille	25	40 526	0,432
	Pêches de la civelle	86	25 679	0,274
	Parasite	11	38 037	0,406
2017	Hydroélectricité	17	15 375	0,164
	Pêches de l'anguille	Non disponible	-	-
	Pêches de la civelle	83	25 794	0,275
	Parasite	Non disponible	-	-

¹ La pêche commerciale de la civelle a débuté en 1996.

Tableau 11. Résumé de la superficie (km² et exprimée comme une proportion de la superficie totale) des bassins hydrographiques des rivières aménagées pour produire de l'hydroélectricité, où la pêche de l'anguille et la pêche de la civelle sont pratiquées et où des anguilles ont été infectées par le parasite de la vessie natatoire, pour les années 2015 et 2016. L'étendue du chevauchement entre deux activités est indiquée.

Année	Unité	Activité	Superficie (km ²)	Étendue du chevauchement avec		
				Anguille	Civelle	Parasite
2015	km ²	Hydroélectricité	15 375	5 253	10 388	1 936
		Pêches de l'anguille	43 832	-	7 864	35 163
		Pêches de la civelle	26 736	-	-	4 771
		Parasite	38 037	-	-	-
	P(total)	Hydroélectricité	0,164	0,056	0,111	0,021
		Pêches de l'anguille	0,468	-	0,084	0,375
		Pêches de la civelle	0,285	-	-	0,051
		Parasite	0,406	-	-	-
2016	km ²	Hydroélectricité	15 375	4 841	10 388	1 936
		Pêches de l'anguille	40 526	-	5 238	32 736
		Pêches de la civelle	25 679	-	-	4 610
		Parasite	38 037	-	-	-
	P(Total)	Hydroélectricité	0,164	0,052	0,111	0,021
		Pêches de l'anguille	0,432	-	0,056	0,349
		Pêches de la civelle	0,274	-	-	0,049
		Parasite	0,406	-	-	-

Tableau 12. Total autorisé des captures (TAC) annuel (en tm) pour la pêche de la civelle dans la région des Maritimes et débarquements (en tm) issus des pêches expérimentale et commerciale pour les années 1989 à 2017. La proportion du TAC qui a été débarquée figure dans le tableau. Tous les poids sont déclarés en poids humide. Les espaces vides indiquent l'absence de données disponibles.

Année	Pêche	TAC (tm)	Prises commerciales	
			tm	P(TAC)
1989	Expérimentale	Aucun	0,03	-
1990	Expérimentale	Aucun	0,17	-
1991	Expérimentale	Aucun	0,07	-
1992	Expérimentale	Aucun	0,23	-
1993	Expérimentale	Aucun	0,71	-
1994	Expérimentale	Aucun	1,57	-
1995	Expérimentale	Aucun	3,24	-
1996	Commerciale	Aucun	2,86	-
1997	Commerciale	Aucun	4,13	-
1998	Commerciale	13,3	2,05	0,15
1999	Commerciale	13,3	0,48	0,04
2000	Commerciale	13,3	0,68	0,05
2001	Commerciale	13,3	1,84	0,14
2002	Commerciale	13,3	2,36	0,18
2003	Commerciale	13,3	1,84	0,14
2004	Commerciale	13,3	1,27	0,10
2005	Commerciale	9,96	3,04	0,30
2006	Commerciale	9,96	2,46	0,25
2007	Commerciale	9,96	2,03	0,20
2008	Commerciale	9,96	3,59	0,36
2009	Commerciale	9,96	1,81	0,18
2010	Commerciale	9,96	1,47	0,15
2011	Commerciale	9,96	3,08	0,31
2012	Commerciale	9,96	5,59	0,56
2013	Commerciale	9,96	6,76	0,68
2014	Commerciale	9,96	5,71	0,57
2015	Commerciale	9,96	3,58	0,36
2016	Commerciale	9,96	5,20	0,52
2017	Commerciale	9,96	5,61	0,56

Tableau 13. Estimations de la taille totale de la remonte de civelles observées dans la rivière East (RE) à Sheet Harbour (n; années 1990 à 1999) et à Chester (n et poids humide [kg], années 1990 à 2002 et 2008 à 2018). Pour les années 1990 à 1999, la taille prévue de la remonte (kg) dans la RE à Chester est fondée sur une régression linéaire réalisée avec les estimations de la RE à Sheet Harbour. Pour les années 1996 à 2018, elle est fondée sur un modèle qui relie la taille de la remonte de civelles au total annuel des prises selon l'effort de pêche pour les permis de pêche de la civelle dont les zones de pêche comprennent la RE à Chester. S.O. = San Objet.

Estimations de la taille totale de la remonte					
Année	RE (Sheet Harbour)	RE (Chester)			
	(n)	(n)	Kg	Régression	Modélisation des prises
1990	218 300	S.O.	S.O.	189	S.O.
1991	376 000	S.O.	S.O.	313	S.O.
1992	219 200	S.O.	S.O.	190	S.O.
1993	134 100	S.O.	S.O.	120	S.O.
1994	309 900	S.O.	S.O.	262	S.O.
1995	101 500	S.O.	S.O.	93	S.O.
1996	336 500	1 367 609	277	282	256
1997	467 400	1 887 151	359	383	618
1998	109 200	594 729	117	99	217
1999	134 600	530 760	85	121	143
2000	S.O.	879 854	149	S.O.	140
2001	S.O.	647 516	120	S.O.	163
2002	S.O.	2 689 021	536	S.O.	857
2003	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	276
2004	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	225
2005	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	281
2006	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	535
2007	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	298
2008	S.O.	1 970 988	458	S.O.	404
2009	S.O.	1 426 196	280	S.O.	307
2010	S.O.	774 811	156	S.O.	241
2011	S.O.	2 390 790	468	S.O.	531
2012	S.O.	2 587 177	439	S.O.	398
2013	S.O.	2 214 696	387	S.O.	563
2014	S.O.	2 748 237	499	S.O.	737
2015	S.O.	1 430 167	277	S.O.	316

Estimations de la taille totale de la remonte					
Année	RE (Sheet Harbour)	RE (Chester)			
	(n)	(n)	Kg	Régression	Modélisation des prises
2016	S.O.	2 951 576	610	S.O.	512
2017	S.O.	1 150 707	253	S.O.	277
2018	S.O.	3 793 992	896	S.O.	311

Tableau 14. Analyse statistique des tendances de Mann-Kendall pour les indices de la civelle (poids humide [kg]) et des juvéniles (n) dans la rivière East à Chester. La série brute (n = 18) représente les poids observés associés aux remontes de civelles des années 1996 à 2002 et 2008 à 2018. La série « Avec prévisions de 1990 à 1995 » prolonge les séries brutes jusqu'en 1990 en utilisant la taille des remontes prévues tirées de l'analyse de régression des ensembles de données de la rivière East à Chester et de la rivière East à Sheet Harbour. La série « Avec prévisions de 1990 à 1999 » remplace, pour la rivière East à Chester, les valeurs observées au cours des années 1996 à 1999 par les prévisions du modèle. Les prévisions de la taille des montaisons s'appuyant sur la modélisation de l'échappée s'appliquent aux années 1996 à 2018. Les dénombrements de juvéniles, avec et sans les dénombrements de 2017, étaient tirés des années 1996 à 2001, 2002 et 2010 à 2018. Le tableau indique la valeur « tau », le dénominateur et le score du test de Mann-Kendall, ainsi que la probabilité aux deux extrêmes (valeur p) et la direction de la tendance dans les cas où une tendance temporelle statistiquement significative à $p \leq 0,05$ a été détectée. Dans le tableau, « NS » correspond à « Non significatif ».

Séries	n	tau	Dénominateur	Score	Valeur p	Tendance
Brute	18	0,380	152	58	0,03	Hausse
Avec prévisions de 1990 à 1995	24	0,378	275	104	0,01	Hausse
Avec prévisions de 1990 à 1999	24	0,381	275	105	0,001	Hausse
Modélisation de l'échappée	23	0,296	253	75	0,05	Hausse
Juvéniles	16	0,167	120	20	0,39	NS
Juvéniles moins 2017	15	0,257	105	27	0,20	NS

Tableau 15. Estimations médianes selon la méthode bootstrap ($n = 5\,000$) du recrutement et des échappées de civelles par 1 km^2 de bassin hydrographique, exprimées en nombre de civelles et en kilogrammes. Les estimations sont fondées sur les estimations de la taille de remonte moyenne dans la rivière East à Chester (bassin hydrographique = 137 km^2) pour les années 1996 à 2001 et 2008 à 2018.

	Unité	Moyenne	Médiane	Erreur- type	Intervalle de confiance	
					2,5	97,5
Recrutement par 1 km^2 de bassin hydrographique	n	13 314	13 110	4 073	5 969	21 800
	kg	2,64	2,55	0,89	1,09	4,58
Échappée par 1 km^2 de bassin hydrographique	n	9 819	9 135	3 690	3 989	17 968
	kg	1,81	1,62	0,86	0,68	3,89

Tableau 16. Nombre d'anguilles argentées échantillonnées (Échantill.); poids moyen en kilogrammes des anguilles argentées échantillonnées (P. moy.); poids total des anguilles argentées échantillonnées (Argent. [kg]); poids total estimé de la remonte annuelle (Total [kg]); et estimations de la production annuelle par hectare (ha) selon le nombre (n) et le poids (kg) par rapport à la superficie du lac et à son bassin hydrographique, par année d'échantillonnage.

Année	Lieu	Prises d'anguilles adultes (argentées)					Lac		Bassin hydrographique	
		n	Échantill.	P. moy.	Argent. (kg)	Total (kg)	n/ha	kg/ha	n/ha	kg/ha
2011 ¹	Ruisseau du lac Oakland	272	228	0,10	23,3	27,8	4,1	0,42	0,7	0,07
2012	Ruisseau du lac Oakland	374	373	0,16	60,9	61,1	5,7	0,93	0,9	0,15
2013	Ruisseau du lac Oakland	526	526	0,14	74,5	74,5	8,0	1,13	1,3	0,18
2014	Ruisseau du lac Oakland	488	392	0,14	53,9	67,1	7,4	1,02	1,2	0,17
2015	Ruisseau du lac Oakland	523	410	0,12	49,9	63,6	7,9	0,96	1,3	0,16
2016 ¹	Ruisseau du lac Oakland	153	144	0,14	19,3	19,3	2,3	0,29	0,4	0,05
2017	Ruisseau du lac Oakland	385	307	0,12	41,5	41,5	5,8	0,63	0,9	0,10
2014 ¹	Ruisseau d'Eel Pond	214	203	0,10	20,7	21,8	1,8	0,19	0,6	0,06
2015	Ruisseau d'Eel Pond	944	944	0,09	85,7	85,7	8,1	0,73 ²	2,6	0,23

¹ Dénombrement partiel

² 1,13 pour Eel Pond seulement

Tableau 17. Résumé de la taille totale des remontes observées (kg et n), des échappées (kg et n) et de la proportion de la remonte capturée par pêche (P[pêche]) par année.

Année	Taille de la remonte		Échappée		P(pêche)	
	Kg	n	Kg	n	kg	n
1996	277	1 367 609	162	863 350	0,42	0,37
1997	359	1 887 151	196	1 145 448	0,45	0,39
1998	117	594 729	40	247 407	0,66	0,58
1999	85	530 760	83	521 936	0,02	0,02
2000	149	879 854	149	879 854	0,00	0,00
2001	120	647 516	99	544 885	0,18	0,16
2002	536	2 689 021	322	1 742 610	0,40	0,35
2008	458	1 970 988	196	1 182 193	0,57	0,40
2009	280	1 426 196	114	696 376	0,59	0,51
2010	156	774 811	56	361 804	0,64	0,53
2011	468	2 390 790	295	1 696 852	0,37	0,29
2012	439	2 587 177	311	2 073 432	0,29	0,20
2013	387	2 214 696	262	1 661 407	0,32	0,25
2014	499	2 748 237	269	1 657 916	0,46	0,40
2015	277	1 430 167	113	669 030	0,59	0,53
2016	610	2 951 576	496	2 377 902	0,19	0,19
2017	253	1 150 707	178	831 634	0,30	0,28
2018	896	3 793 992	835	3 592 404	0,07	0,05

FIGURES



Figure 1. Carte des régions administratives de Pêches et Océans Canada (MPO).



Figure 2. Carte des provinces des Maritimes illustrant les zones du sud-ouest du Nouveau-Brunswick, de la baie de Fundy (Nouvelle-Écosse) et de la côte atlantique de la Nouvelle-Écosse qui font partie de la région des Maritimes. Pour les années antérieures à 2015, les débarquements d'anguilles étaient déclarés en fonction des limites des districts statistiques de pêche (cercles bleus avec chiffres blancs) de cette région.

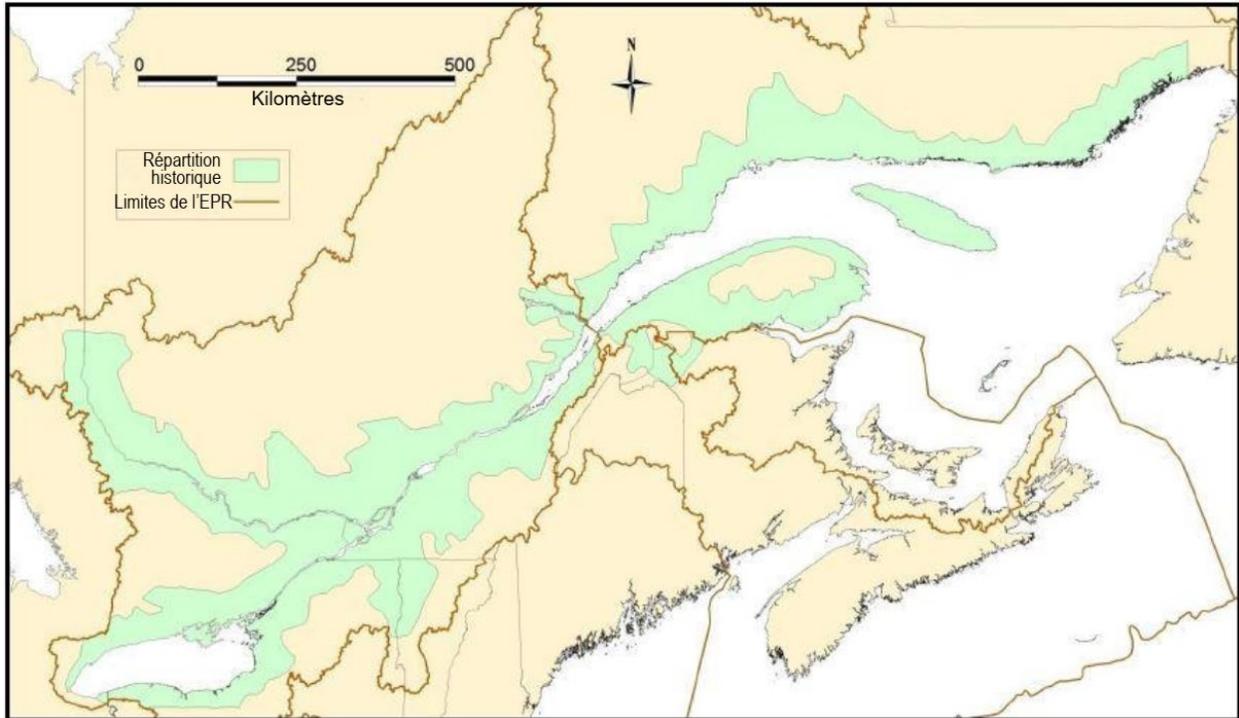


Figure 3. Limites des zones de pêche de l'anguille d'Amérique selon les divisions du document de Cairns et al. (2014). La superficie de la zone ainsi délimitée de la région des Maritimes (Scotia-Fundy) est estimée à 118 846 km².

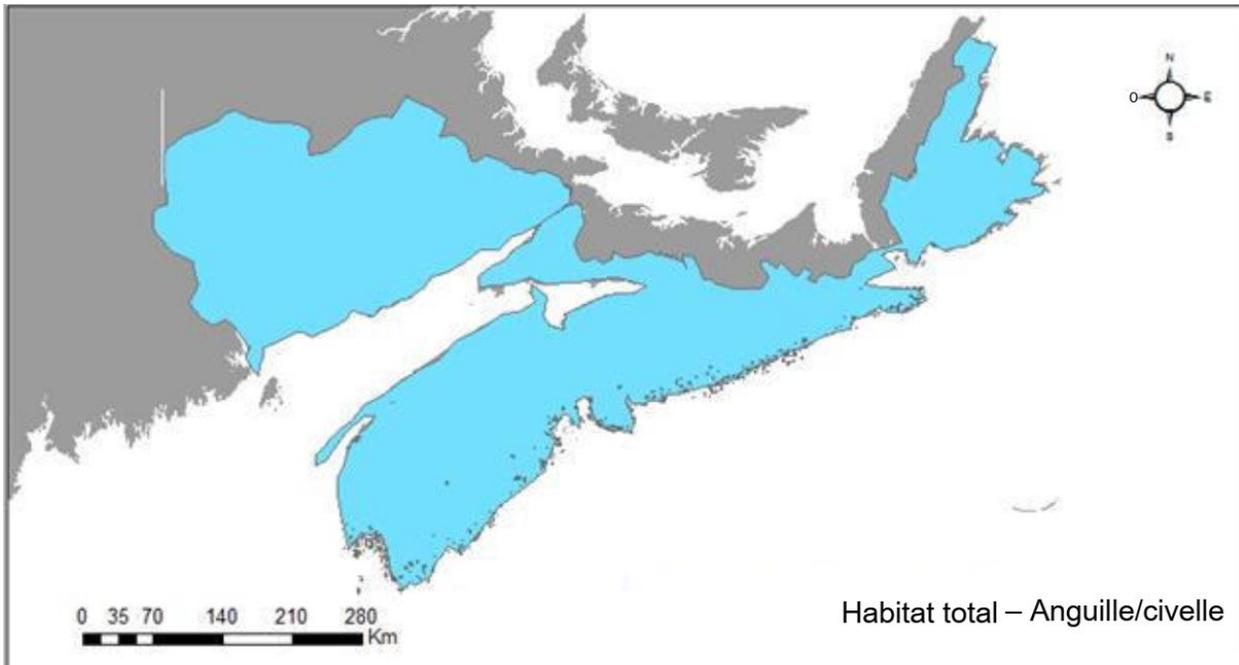


Figure 4. Superficie estimée de la région des Maritimes accessible aux anguilles d'Amérique.

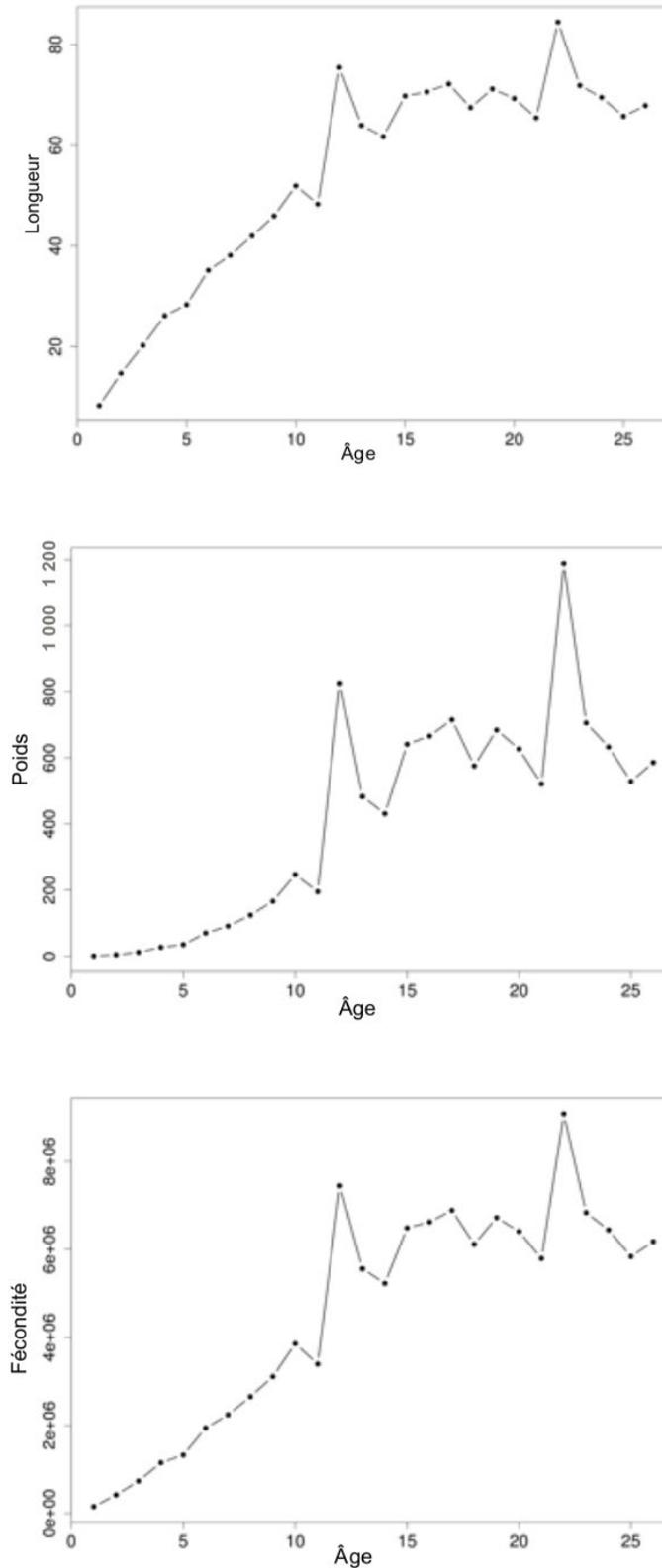


Figure 5. Tracés de la longueur totale (cm) [graphique du haut]; du poids total (g) [graphique du milieu] et de la fécondité (milliers d'œufs) [graphique du bas] selon l'âge (années) utilisés aux fins de l'analyse de la biomasse reproductrice par recrue.

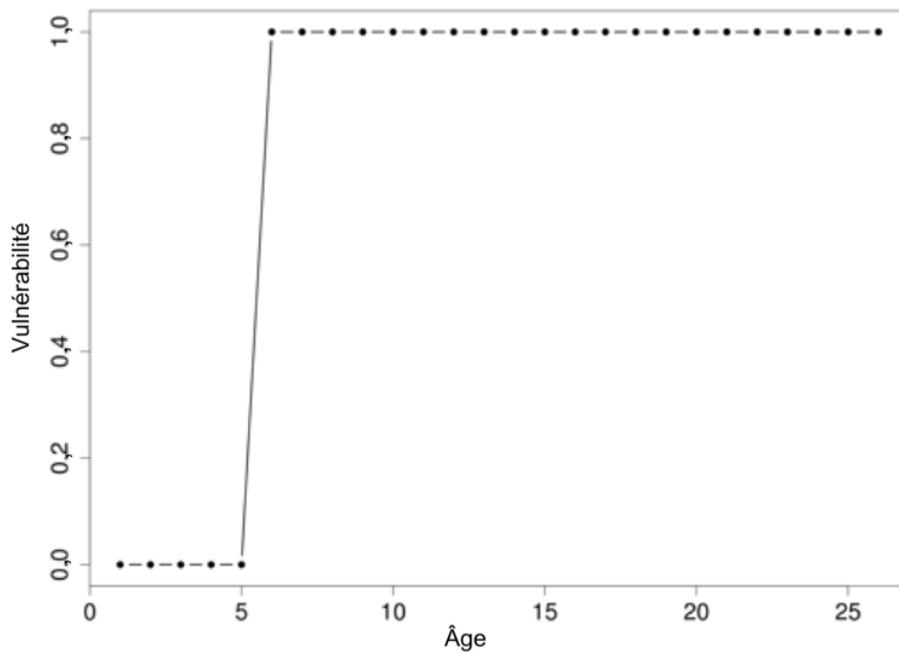
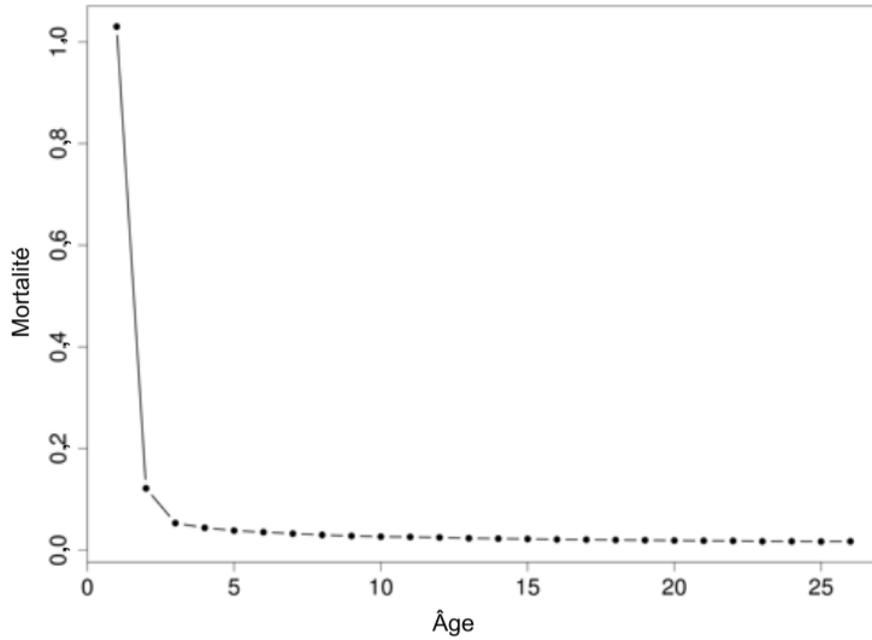


Figure 6. Graphique du haut : Estimations de la mortalité naturelle (M) selon l'âge (années) obtenues conformément à la méthode de Bevaqua et al. (2011). Graphique du bas : Vulnérabilité à la mortalité d'origine anthropique selon l'âge (années) en supposant une vulnérabilité en lame de couteau des anguilles à partir d'une longueur totale (LT) de 35 cm.

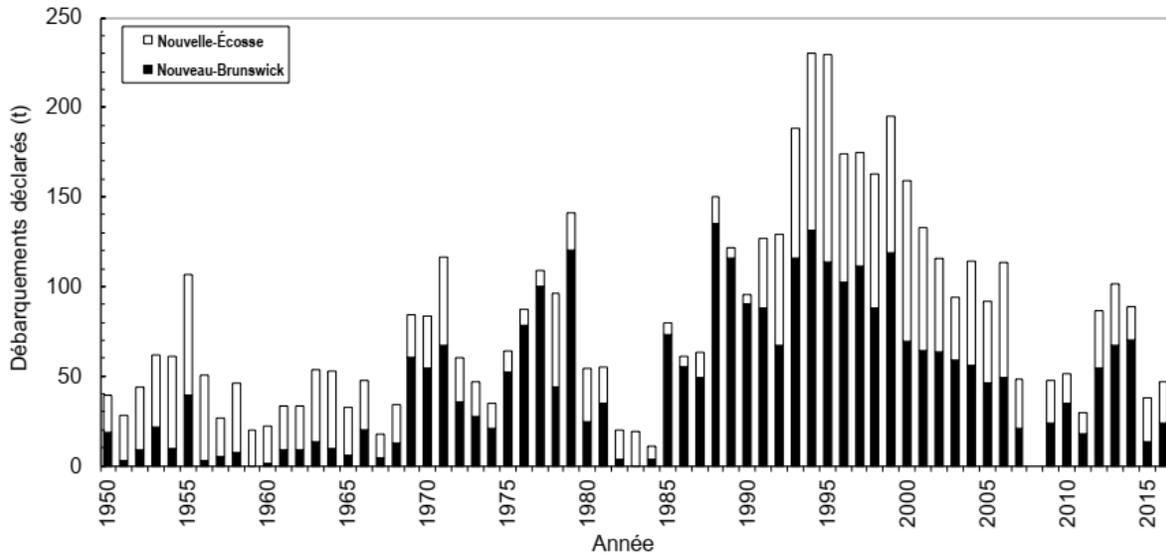


Figure 7. Débarquements déclarés (t) issus de la pêche de l'anguille dans la région des Maritimes pour les années 1950 à 2016, par province (barres blanches : Nouvelle-Écosse; barres noires : Nouveau-Brunswick).

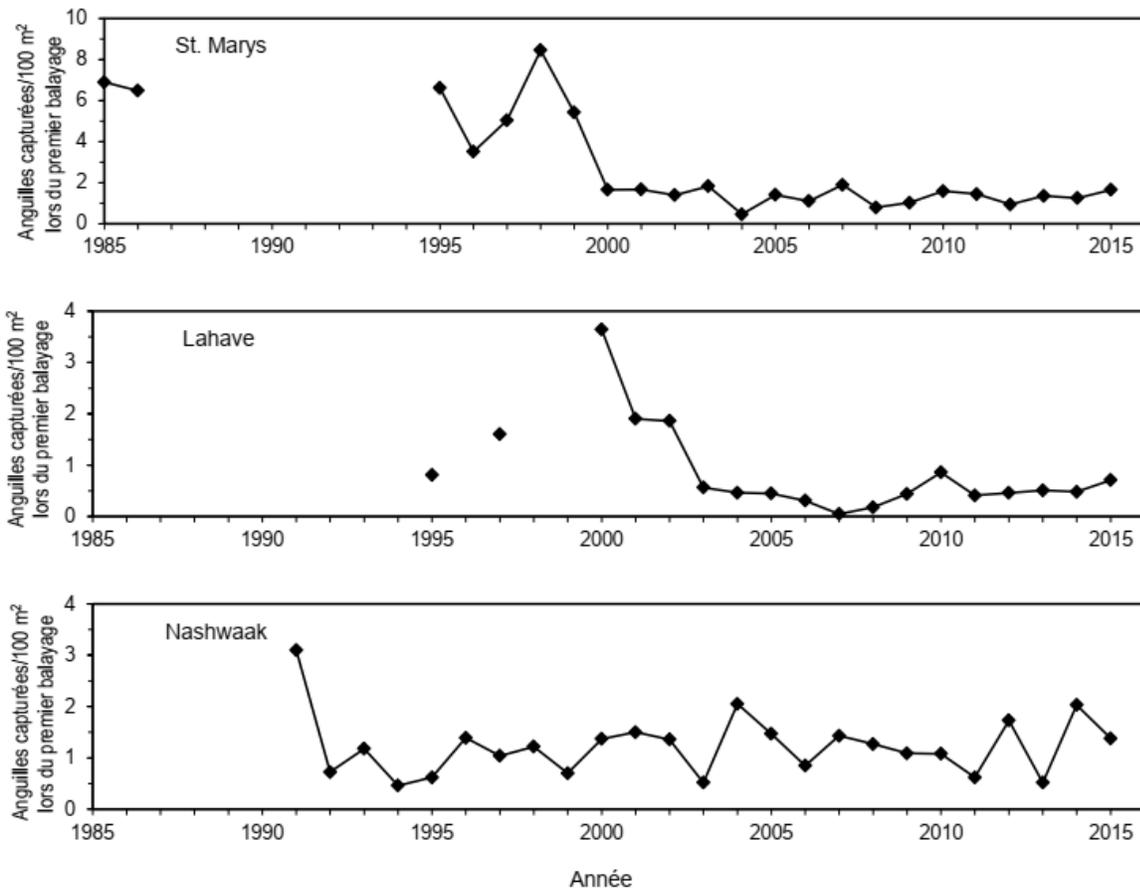


Figure 8. Mise à jour des indices d'abondance de 2015 fondés sur la pêche à l'électricité dans le document de Cairns et al. (2014) pour la région des Maritimes. L'abondance est estimée comme étant le nombre d'anguilles capturées par 100 m² lors du premier balayage.

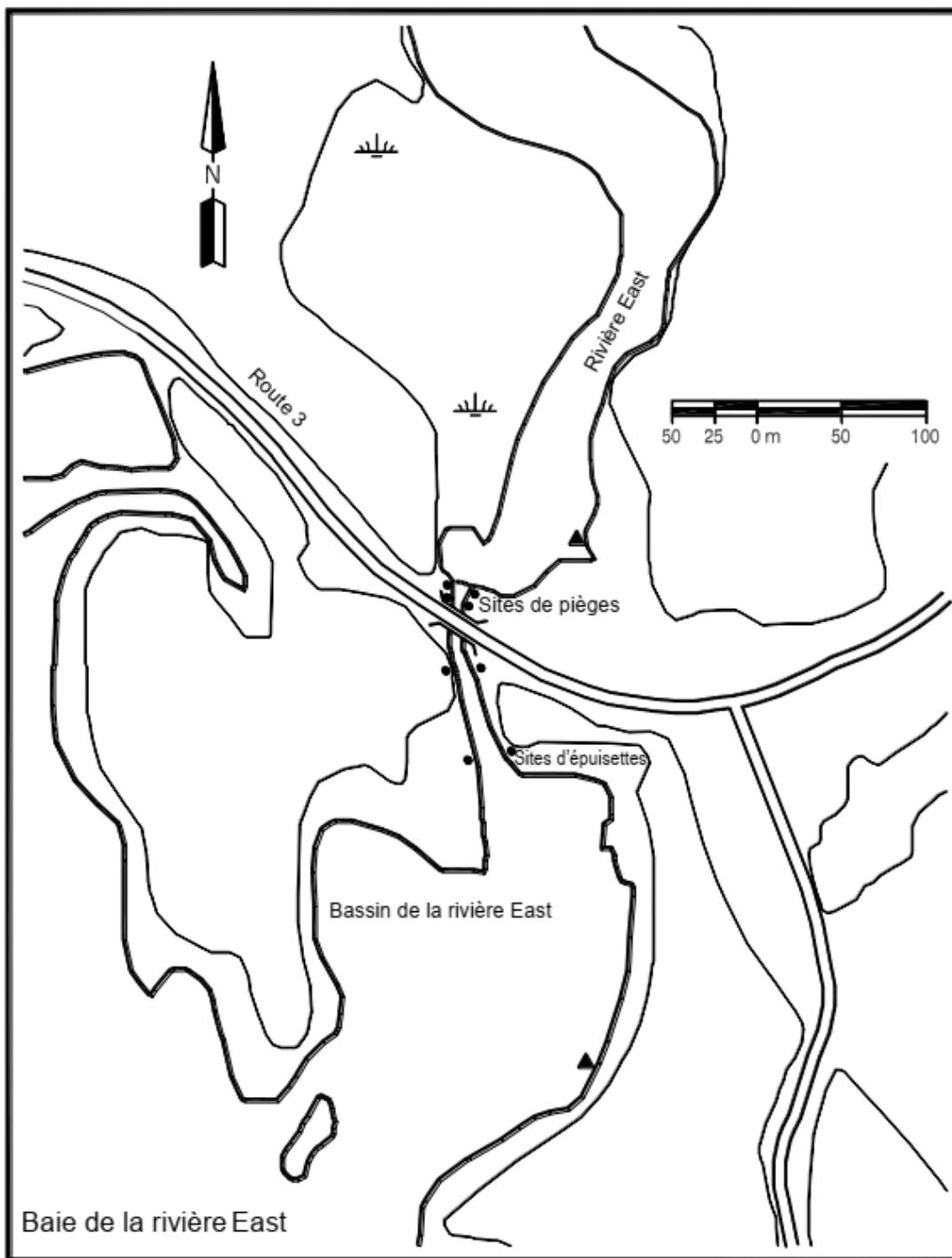


Figure 9. Lieux de pêche au piège et à l'épuisette dans la rivière East, à Chester, en Nouvelle-Écosse. Les triangles noirs indiquent les sites de relevés bathythermiques.

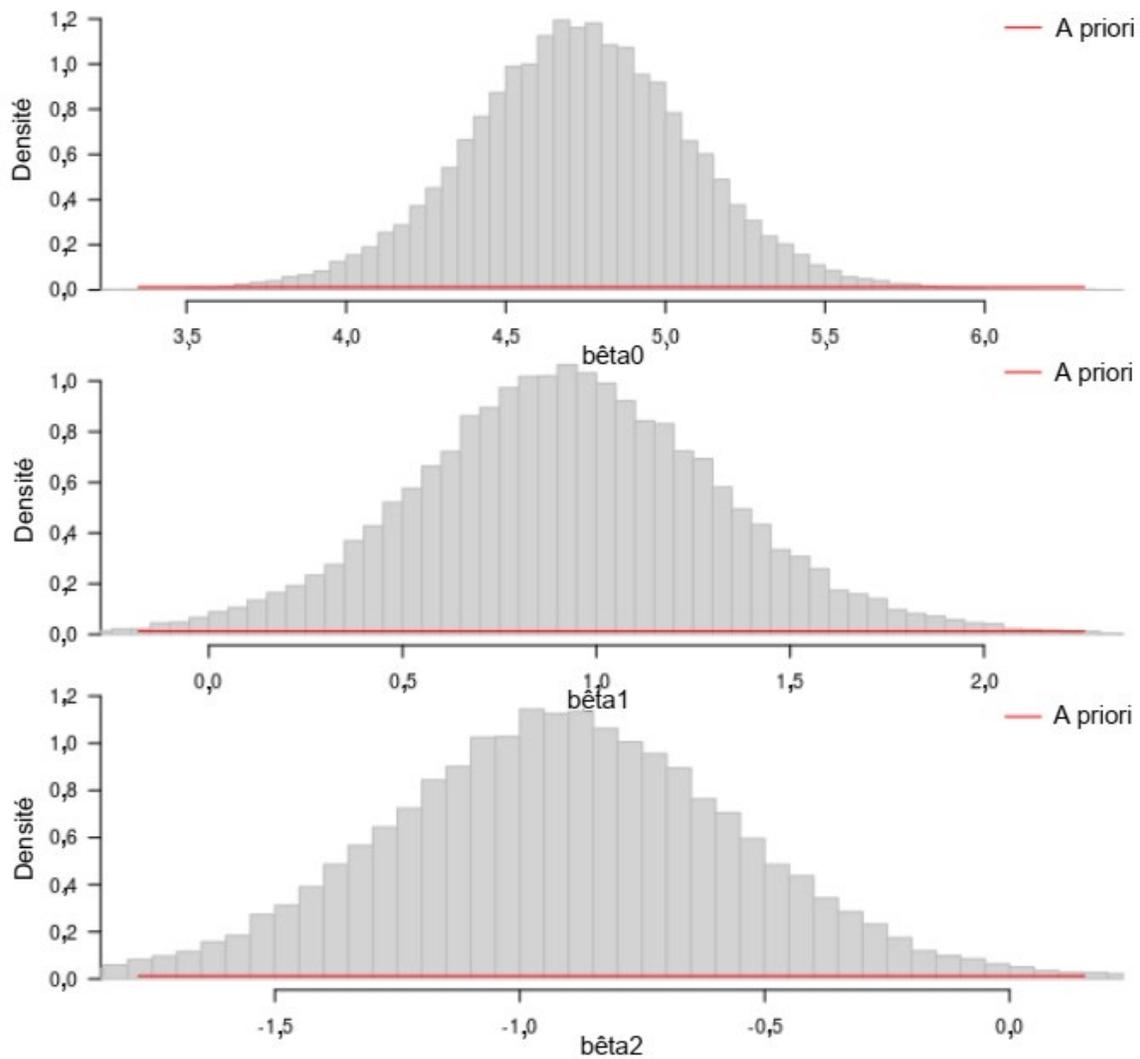


Figure 10. Tracés de distribution des fréquences des valeurs a priori (lignes rouges) et a posteriori (barres) des paramètres ($\beta_0, \beta_1, \beta_2$) estimées selon la modélisation de l'échappée au moyen de la capture par unité d'effort de la pêche de la rivière East à Chester, utilisée à titre de variable prédictive.

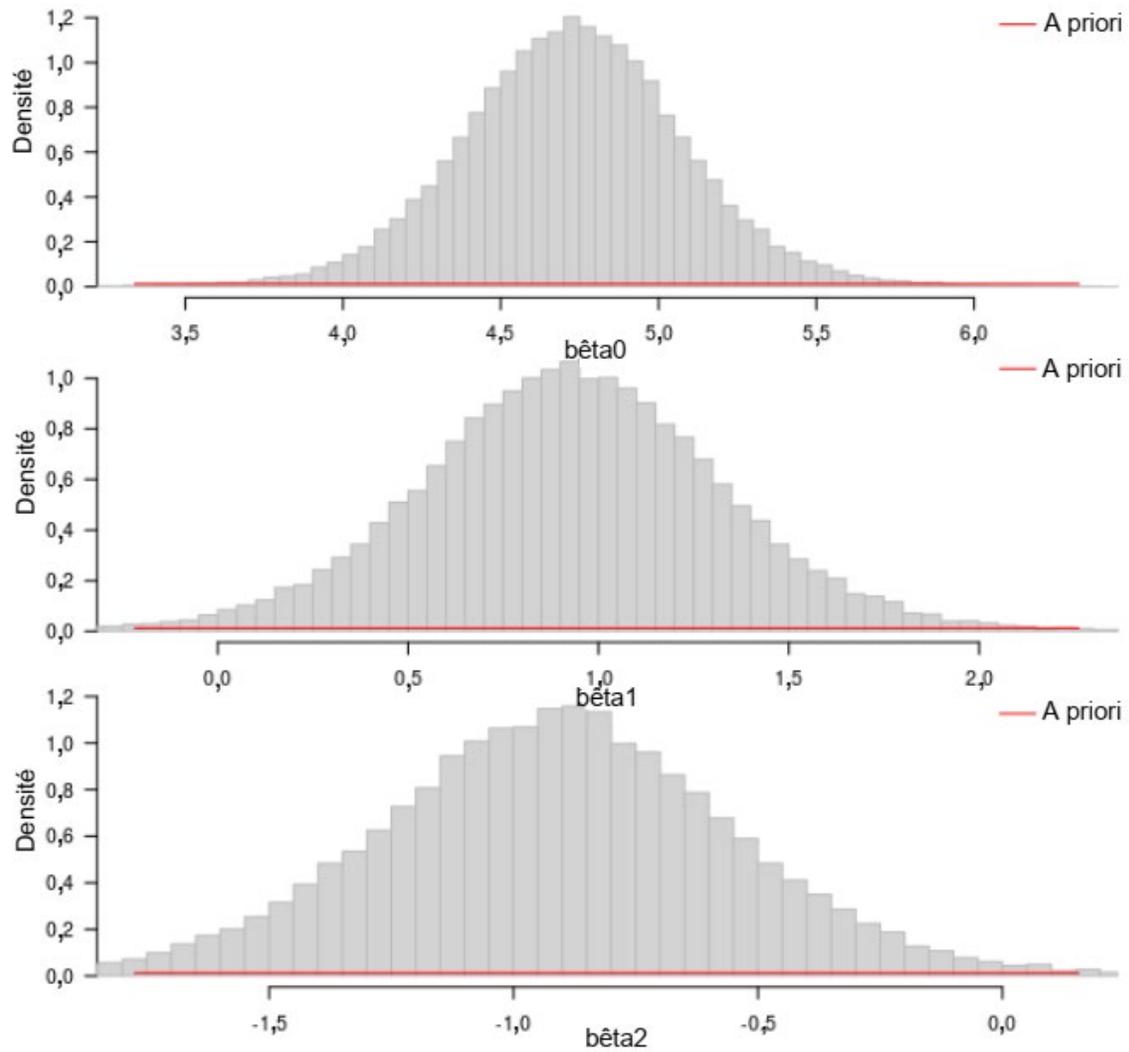


Figure 11. Tracés de distribution des fréquences des valeurs a priori (lignes rouges) et a posteriori (barres) des paramètres ($\beta_0, \beta_1, \beta_2$) estimées selon la modélisation de l'échappée au moyen de la capture par unité d'effort des permis de pêche de la civelle, utilisée à titre de variable prédictive.

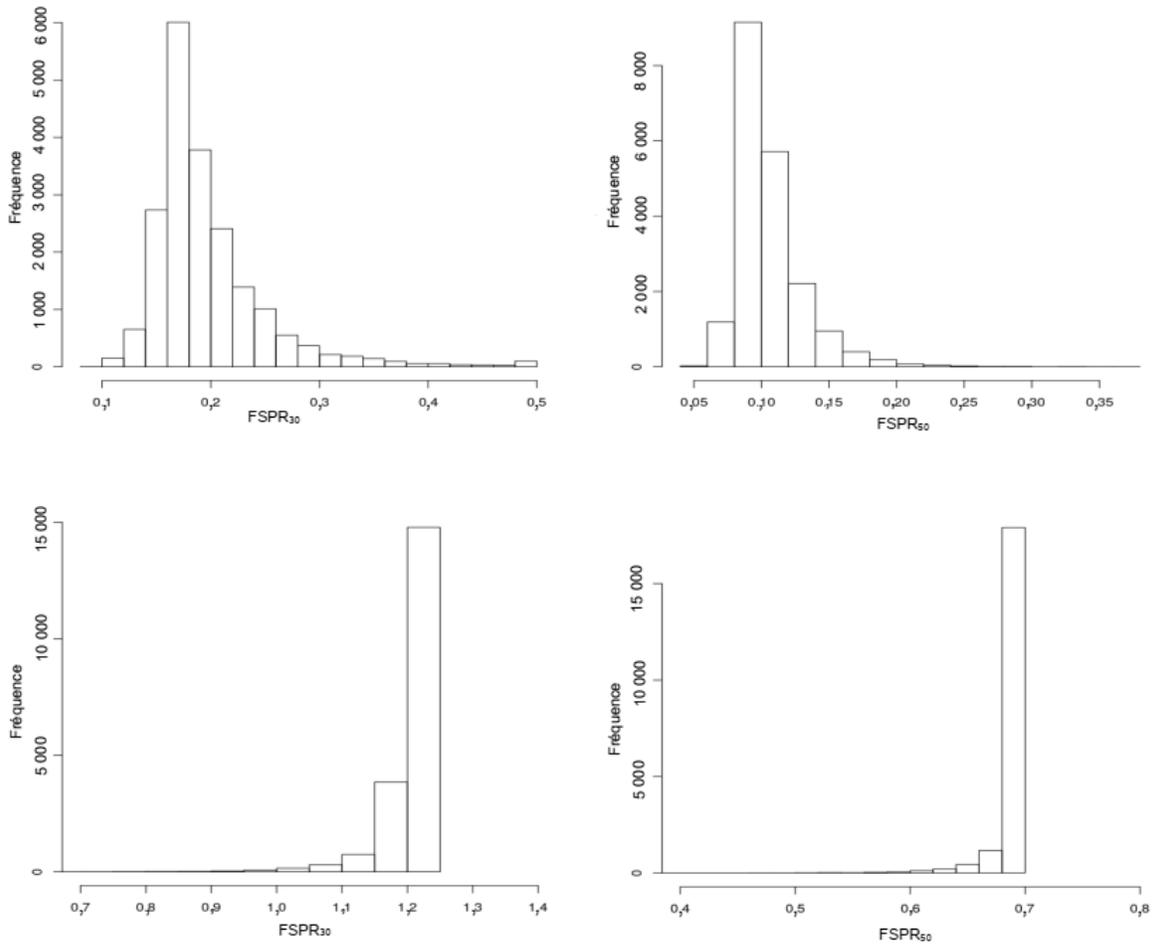


Figure 12. Estimations stochastiques de F_{SPR30} et F_{SPR50} pour les grandes anguilles (graphiques supérieurs gauche et droit) et les civelles (graphiques inférieurs gauche et droit).

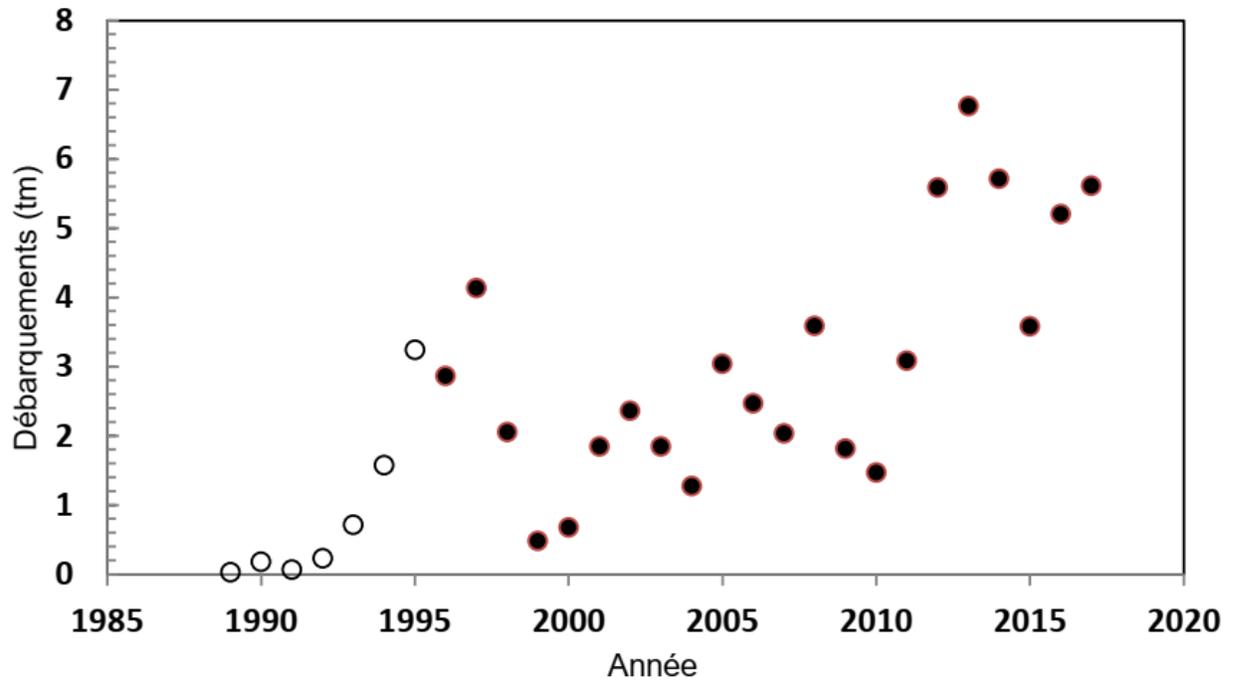


Figure 13. Débarquements de civelles (tm) par période (années). Les cercles blancs et noirs représentent respectivement les années de pêche expérimentale et de pêche commerciale.

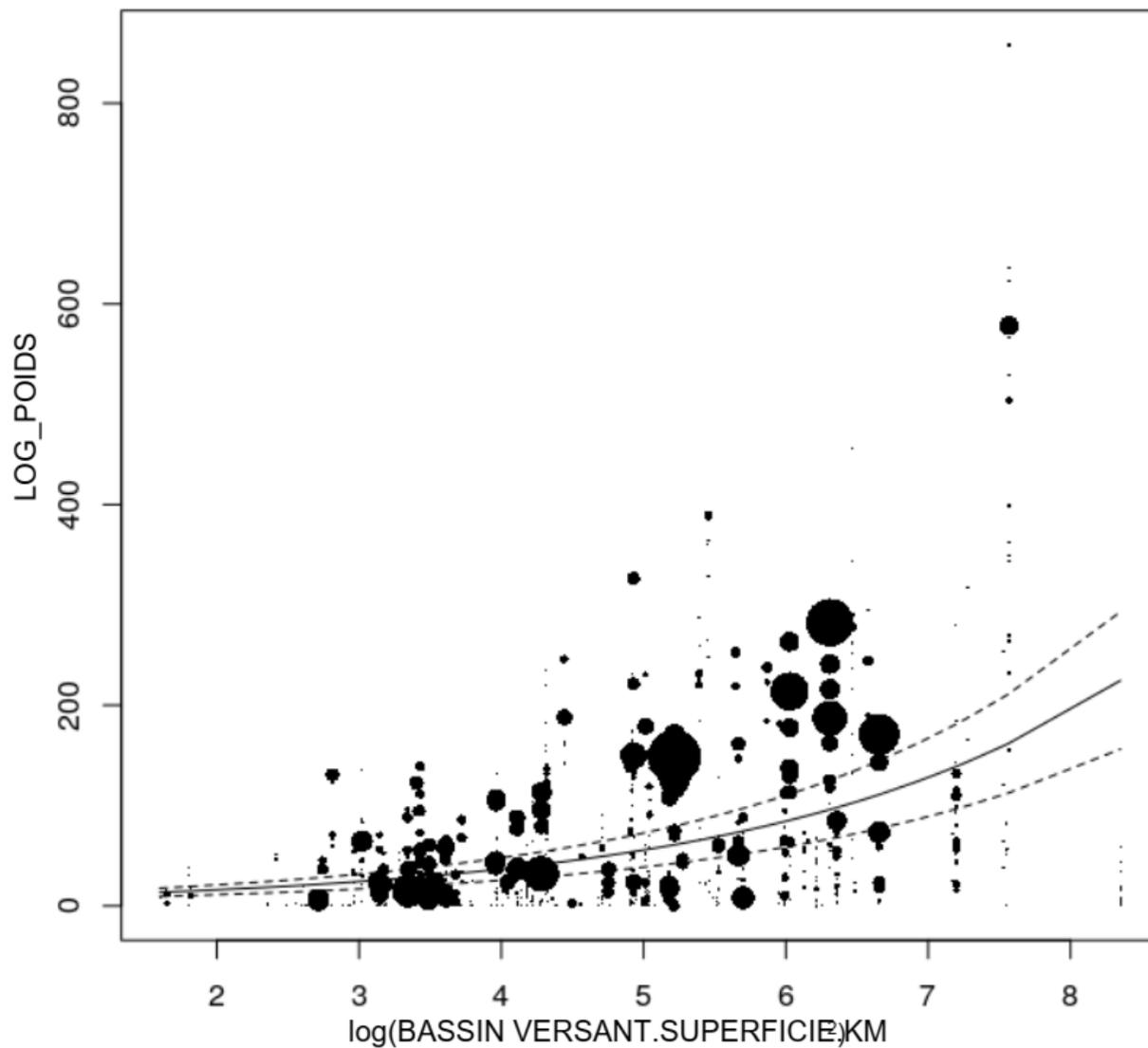


Figure 14. Tracé des prises commerciales de civelles (kg en poids humide) par rapport à une transformation logarithmique de la superficie (km^2) des lieux de pêche. Leur relation prédite (ligne continue) à partir d'un modèle linéaire généralisé (MLG) est illustrée, ainsi que les intervalles de confiance à 95 % (ligne en pointillés). La taille des symboles représente la mise à l'échelle du niveau d'effort qui avait été inclus dans le MLG comme facteur de pondération.

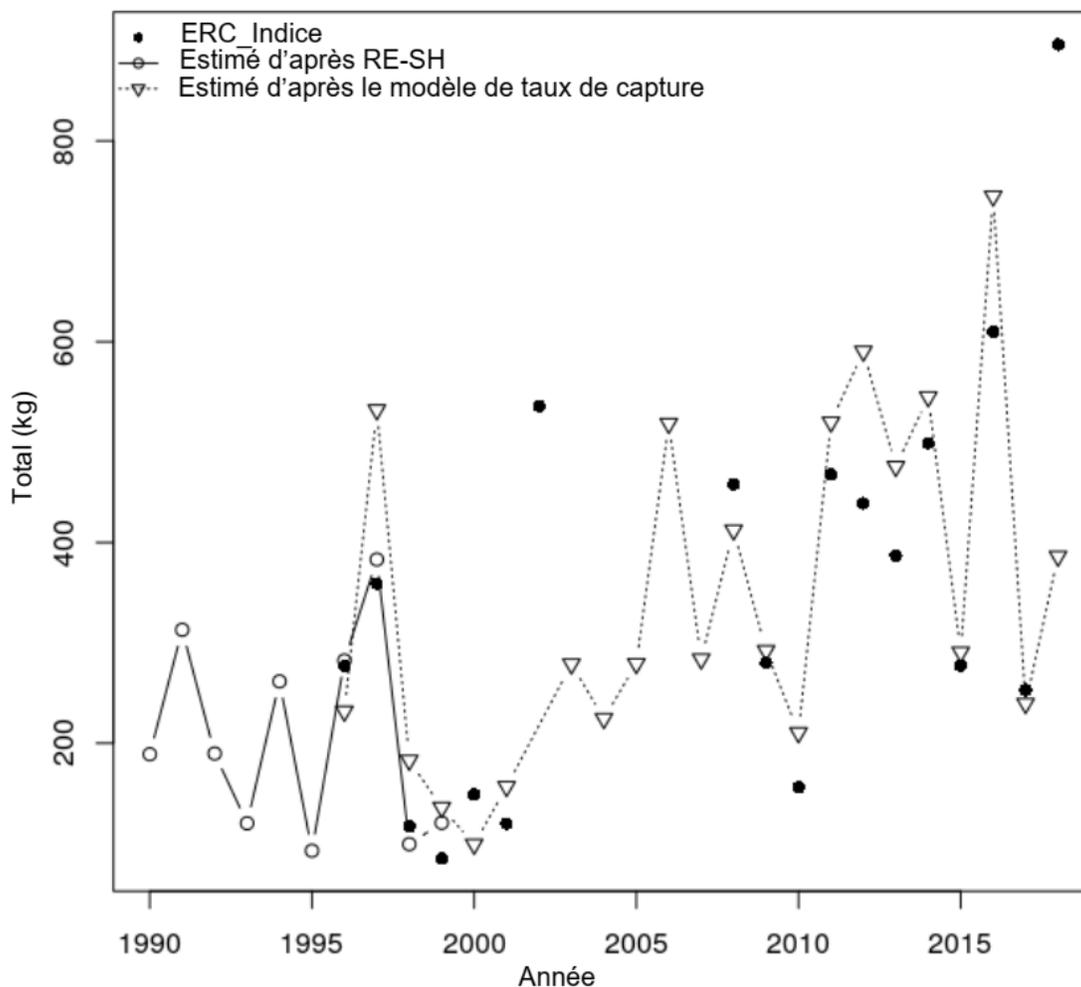


Figure 15. Tracé de la taille des remontes de civelles (kg en poids humide) dans la rivière East à Chester par rapport à l'année d'échantillonnage. Les cercles blancs indiquent les valeurs prévues à partir de la régression de la taille de la remonte vers la rivière East à Chester ainsi que la taille de la remonte de la rivière East à Sheet Harbour (nombre de civelles) pour les années 1996 à 1999. Les cercles noirs représentent les estimations observées pour la rivière East à Chester. Les triangles illustrent les valeurs prévues selon la modélisation des taux de capture de la pêche commerciale.

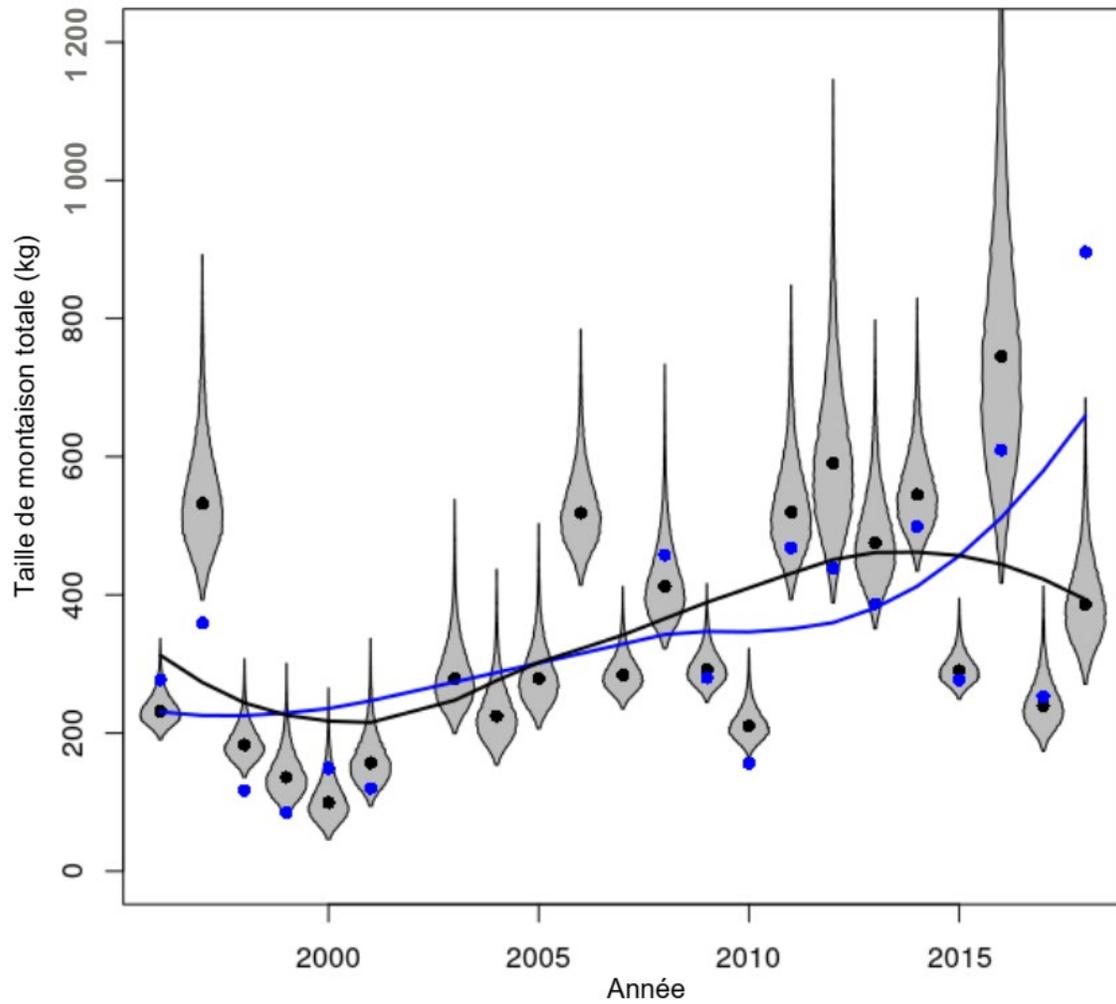


Figure 16. Taille totale de la remonte (kg) vers la rivière East à Chester par année. Les valeurs observées sont indiquées en bleu. Les valeurs médianes prévues selon la modélisation des taux de capture de la pêche commerciale (combinant toutes les rivières pêchées avec permis) sont indiquées sous forme de points noirs avec graphiques en violon pour chaque valeur prévue. Les lissages LOWESS ont été adaptés à la série selon une portée de 0,8.

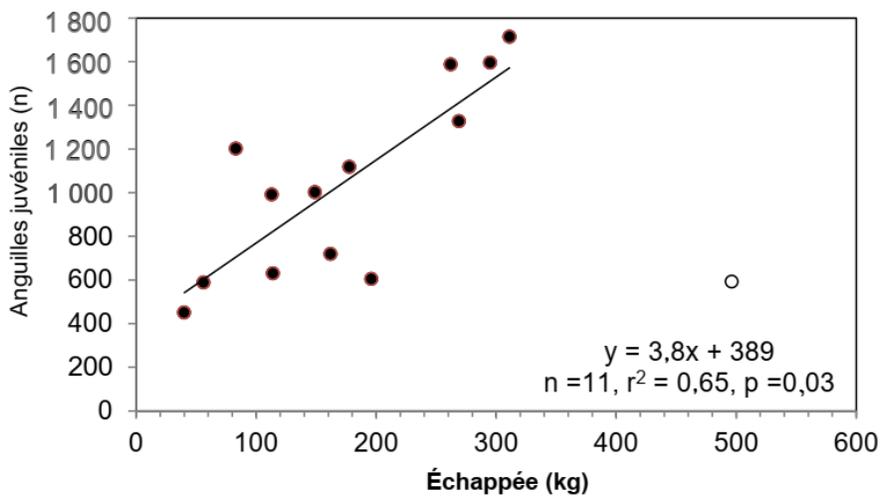
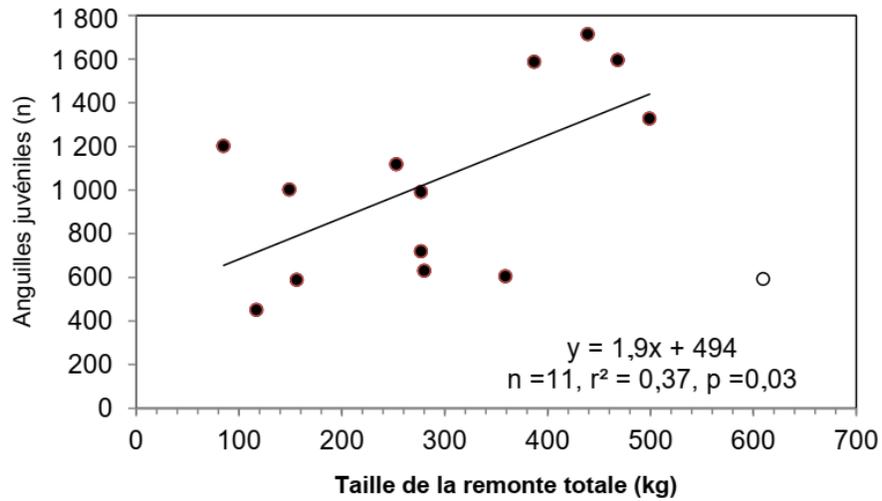
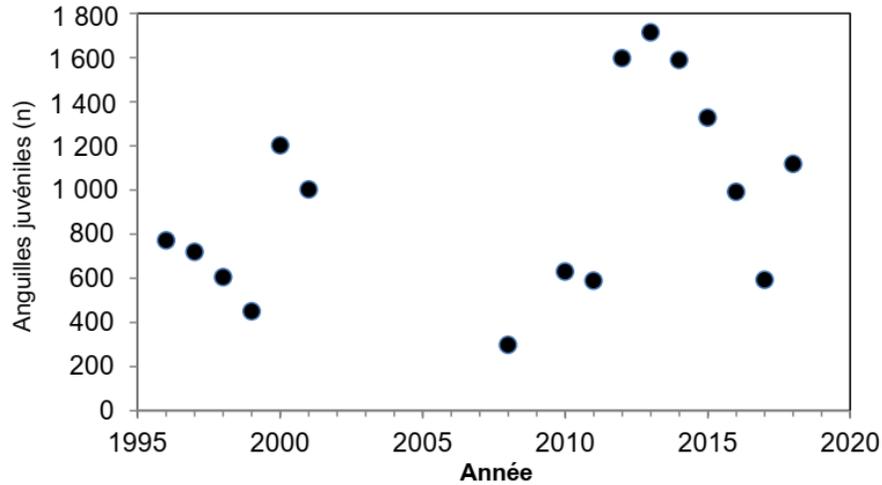


Figure 17. Indice d'abondance des anguilles juvéniles dans la rivière East à Chester par rapport à l'année d'échantillonnage (graphique du haut) et taille totale de la remonte de civelles de l'année précédente (graphique du milieu) par rapport aux échappées de l'année précédente (graphique du bas). Un dénombrement partiel réalisé en 2017 a été exclu des régressions indiquées.

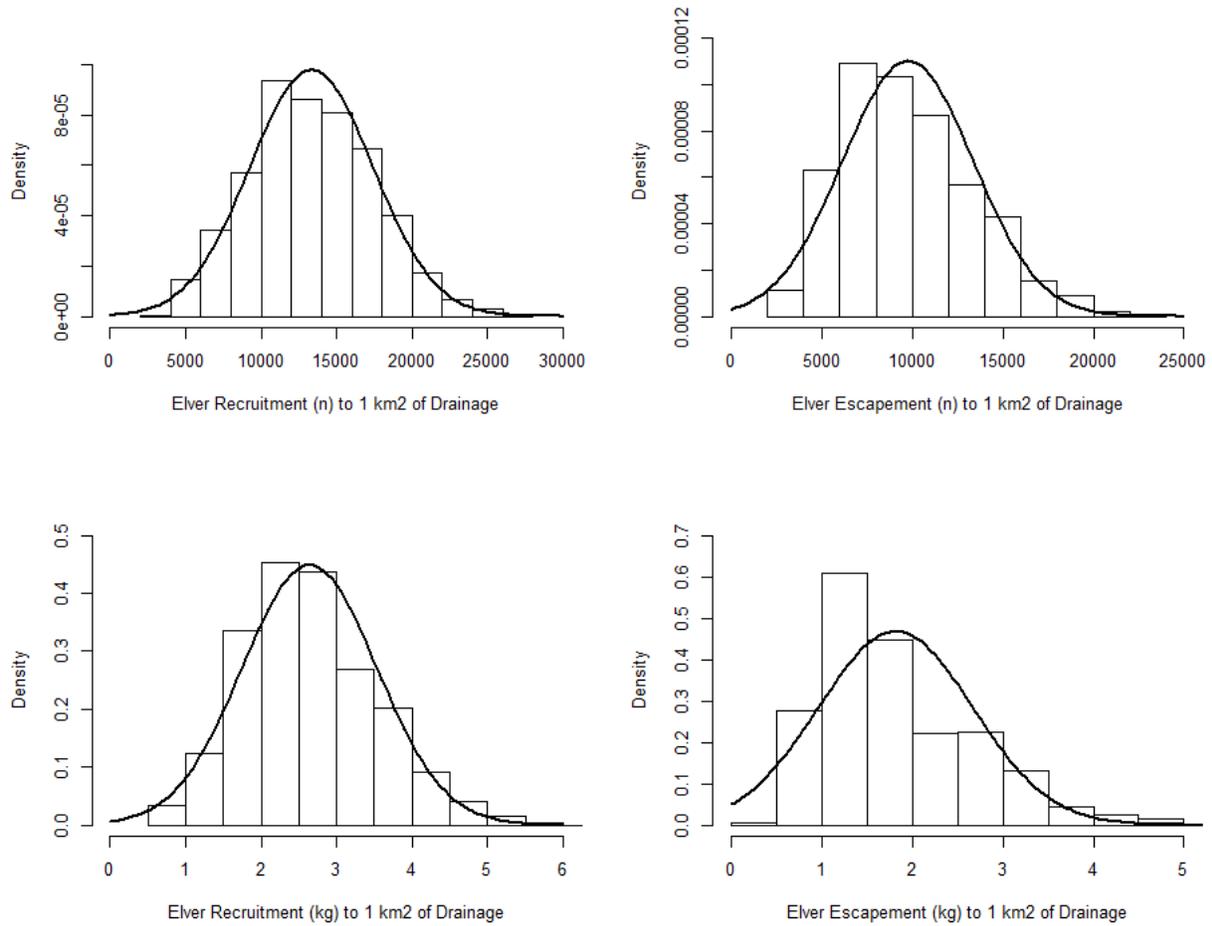


Figure 18. Distribution des densités pour les estimations fondées sur la méthode bootstrap ($n = 5\ 000$) du recrutement des civelles (graphiques de gauche) et des échappées de civelles (graphiques de droite) vers la rivière East à Chester (années 1996 à 2002 et 2008 à 2018), mise à l'échelle sur 1 km² du bassin hydrographique. Les graphiques du haut indiquent les estimations du nombre de civelles. Les graphiques du bas indiquent les estimations du poids en kilogramme (poids humide).

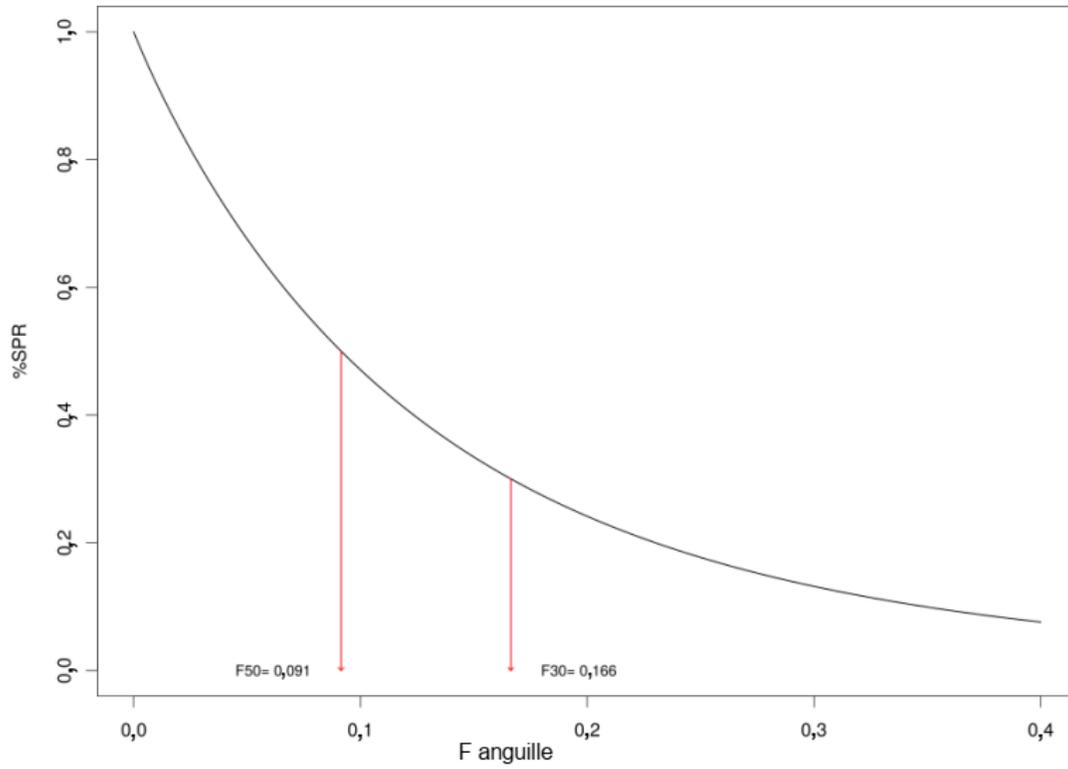


Figure 19. Pourcentage de la biomasse reproductrice par recrue par rapport à la mortalité par pêche (F) pour les pêches de l'anguille. Les valeurs de F à SPR_{30} et SPR_{50} sont indiquées.

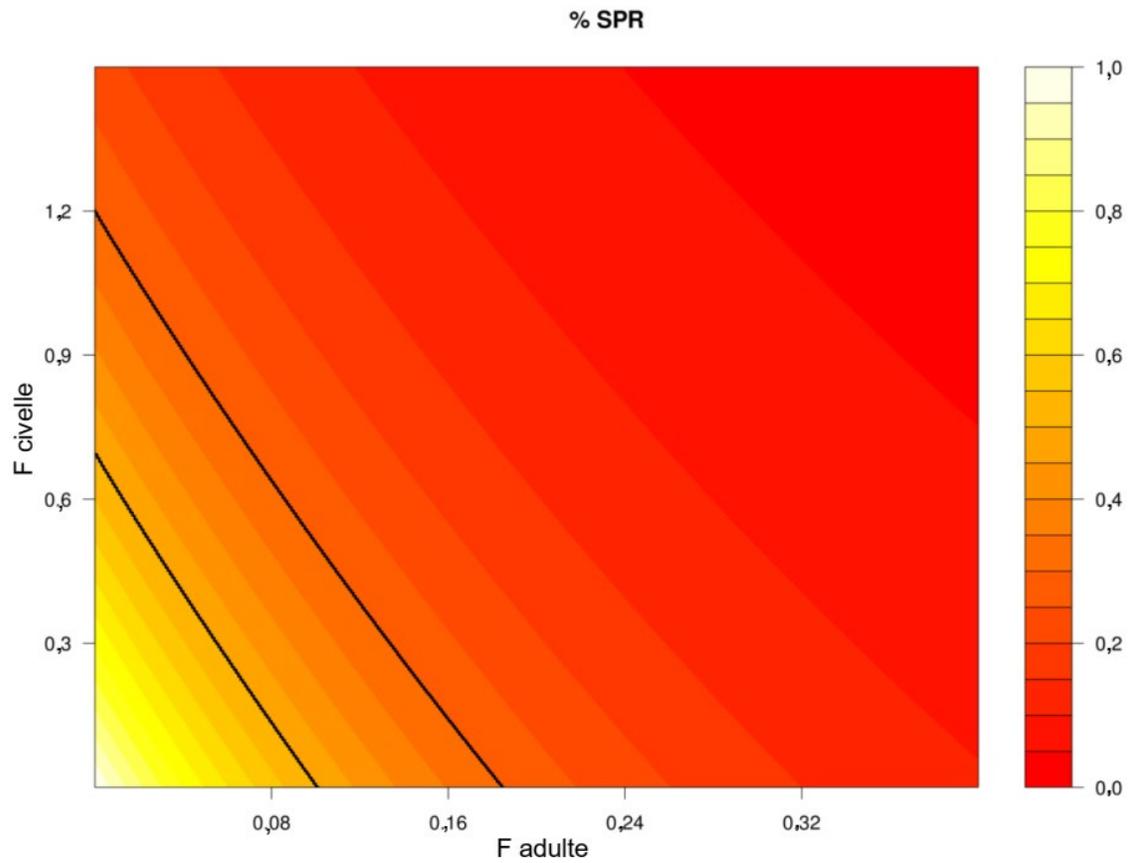


Figure 20. Point de référence associé aux valeurs de F pour les pêches de la civelle par rapport aux valeurs de F pour les pêches de l'anguille lorsque les deux pêches ont lieu en même temps.

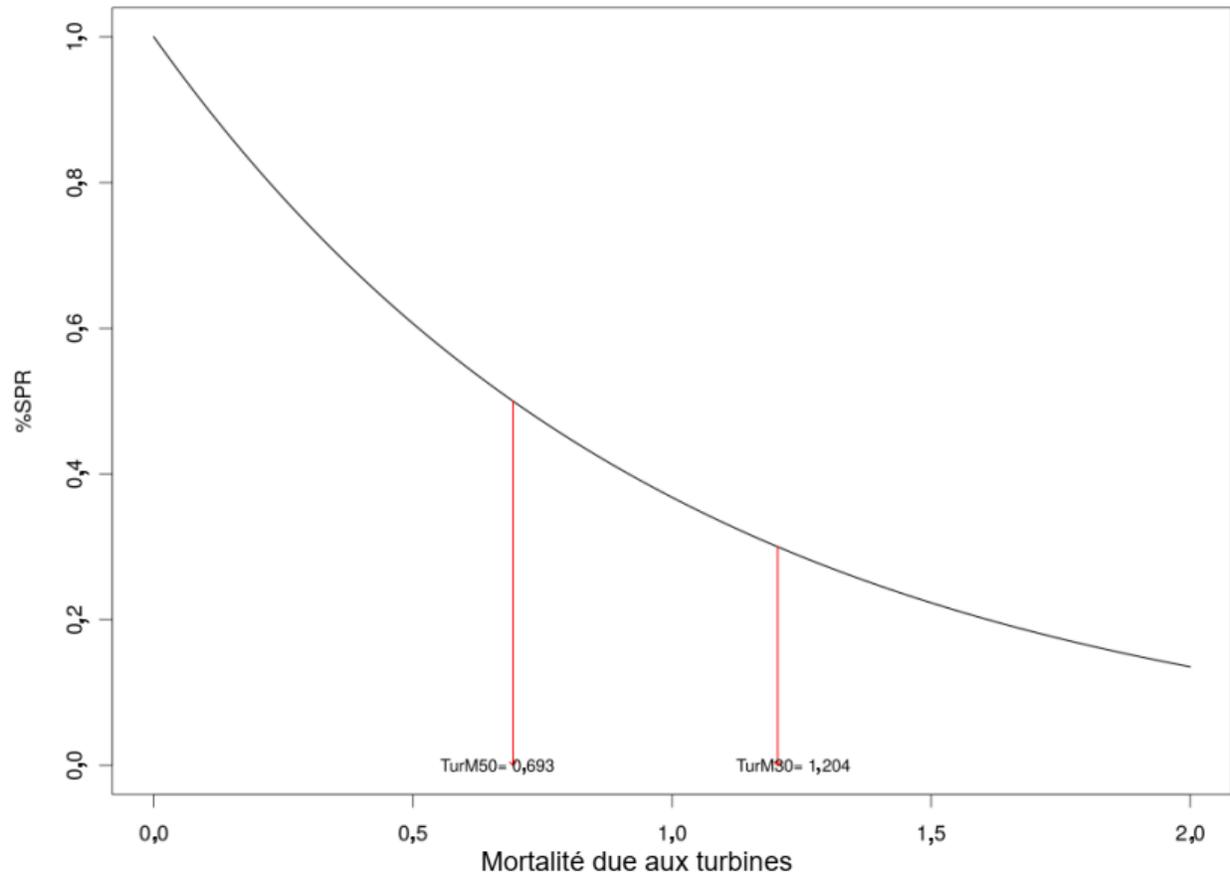


Figure 21. Pourcentage de la biomasse reproductrice par recrue par rapport à la mortalité liée aux turbines (F) des centrales hydroélectriques. Les valeurs de F à SPR_{30} et SPR_{50} sont indiquées.

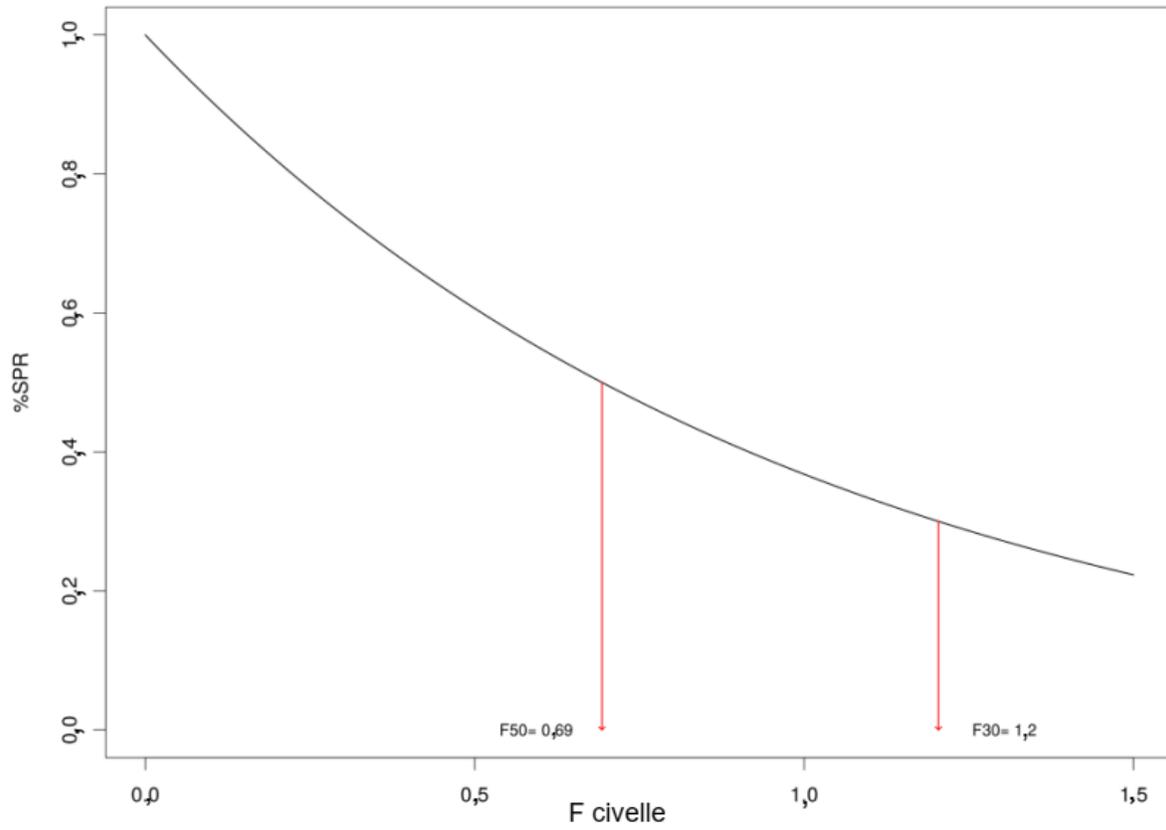


Figure 22. Pourcentage de la biomasse reproductrice par recrue par rapport à la mortalité par pêche (F) pour les pêches de la civelle. Les valeurs de F à SPR_{30} et SPR_{50} sont indiquées.

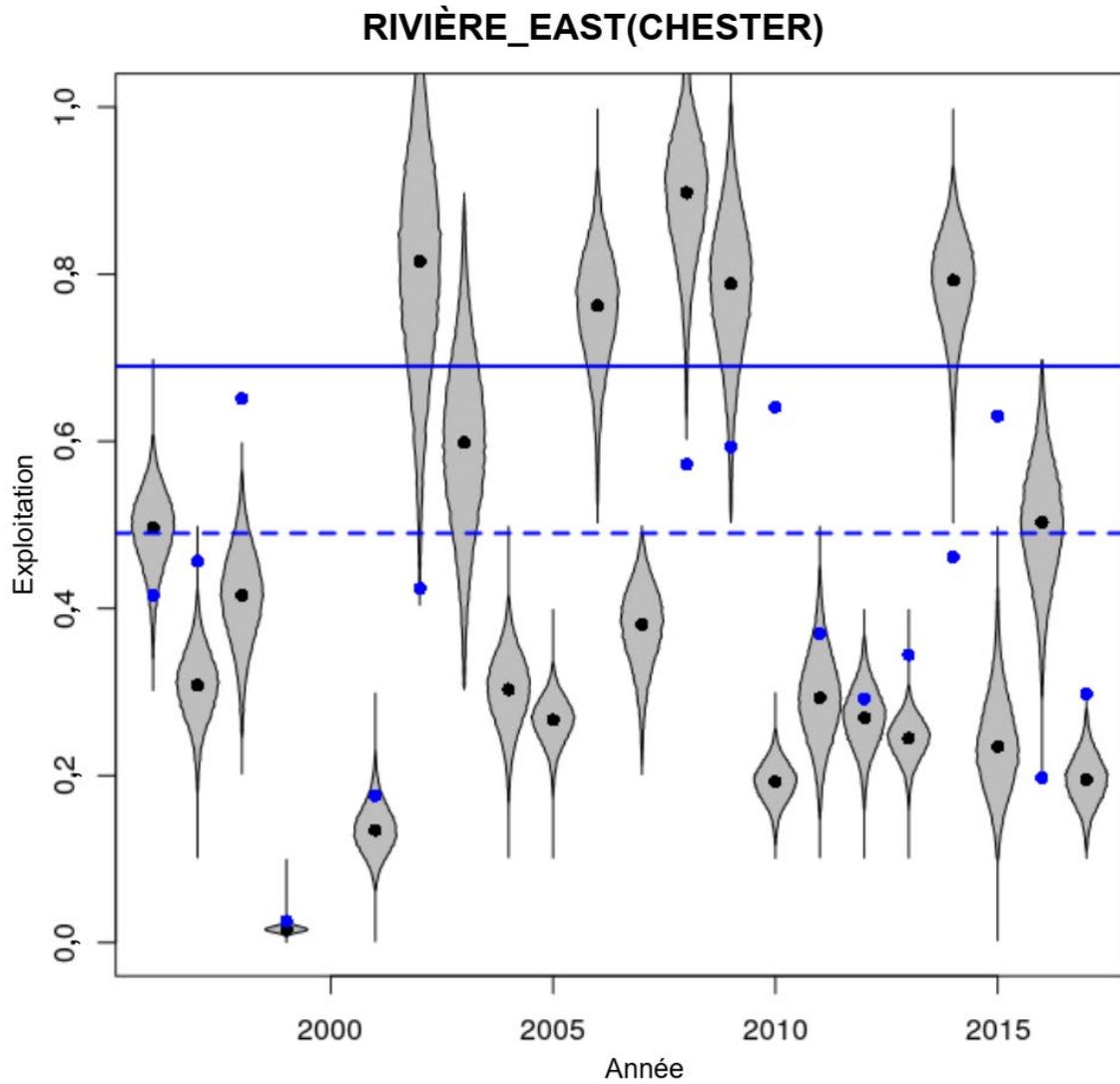


Figure 23. Taux d'exploitation observés et modélisés pour la pêche de la civelle dans la rivière East, à Chester, par rapport aux taux d'exploitation correspondant à SPR_{30} (ligne pleine) et à SPR_{50} (ligne en pointillés).

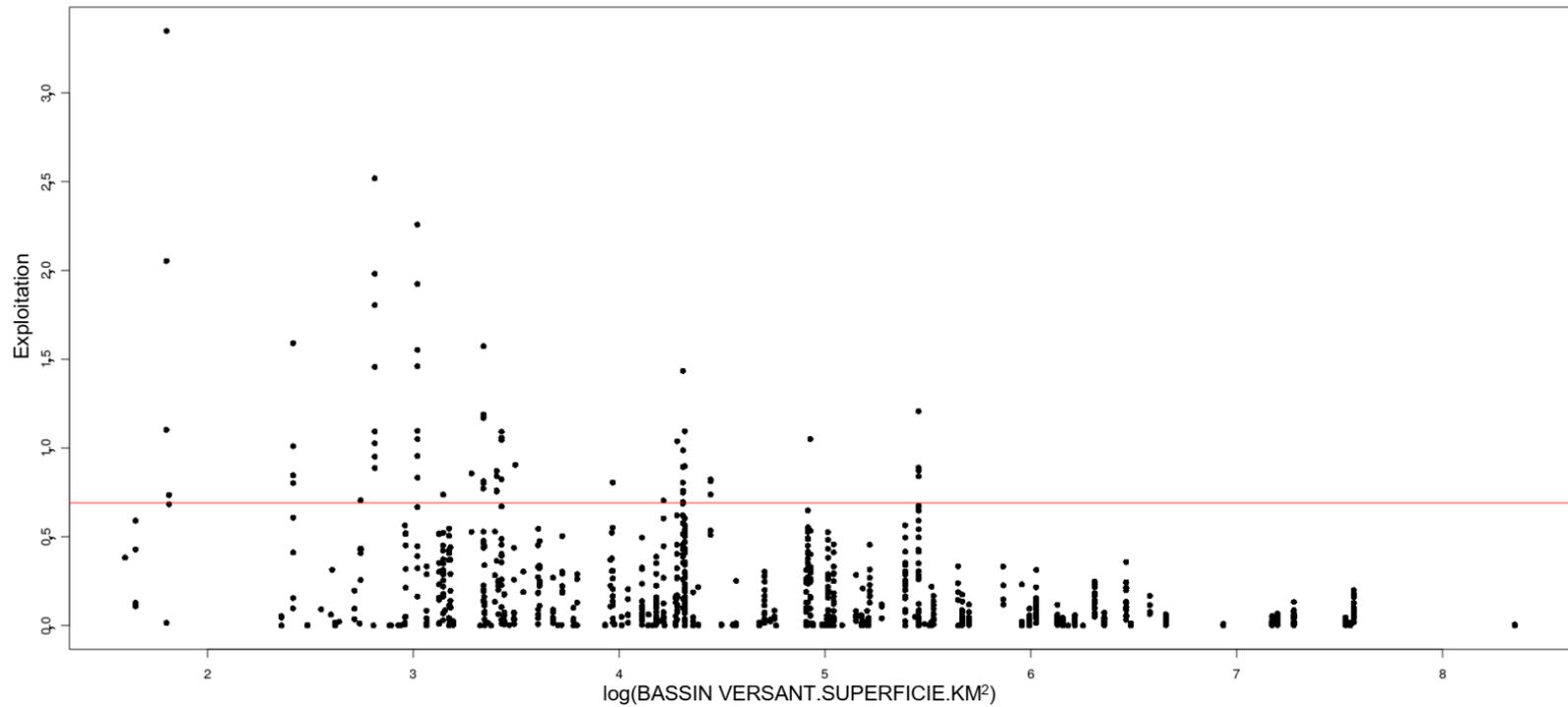


Figure 24. Taux d'exploitation par rapport à la superficie du bassin hydrographique (km²) log-transformée pour la pêche de la civelle dans la région des Maritimes. La mortalité par pêche (0,69) qui correspond à SPR₅₀ est représentée par une ligne continue.

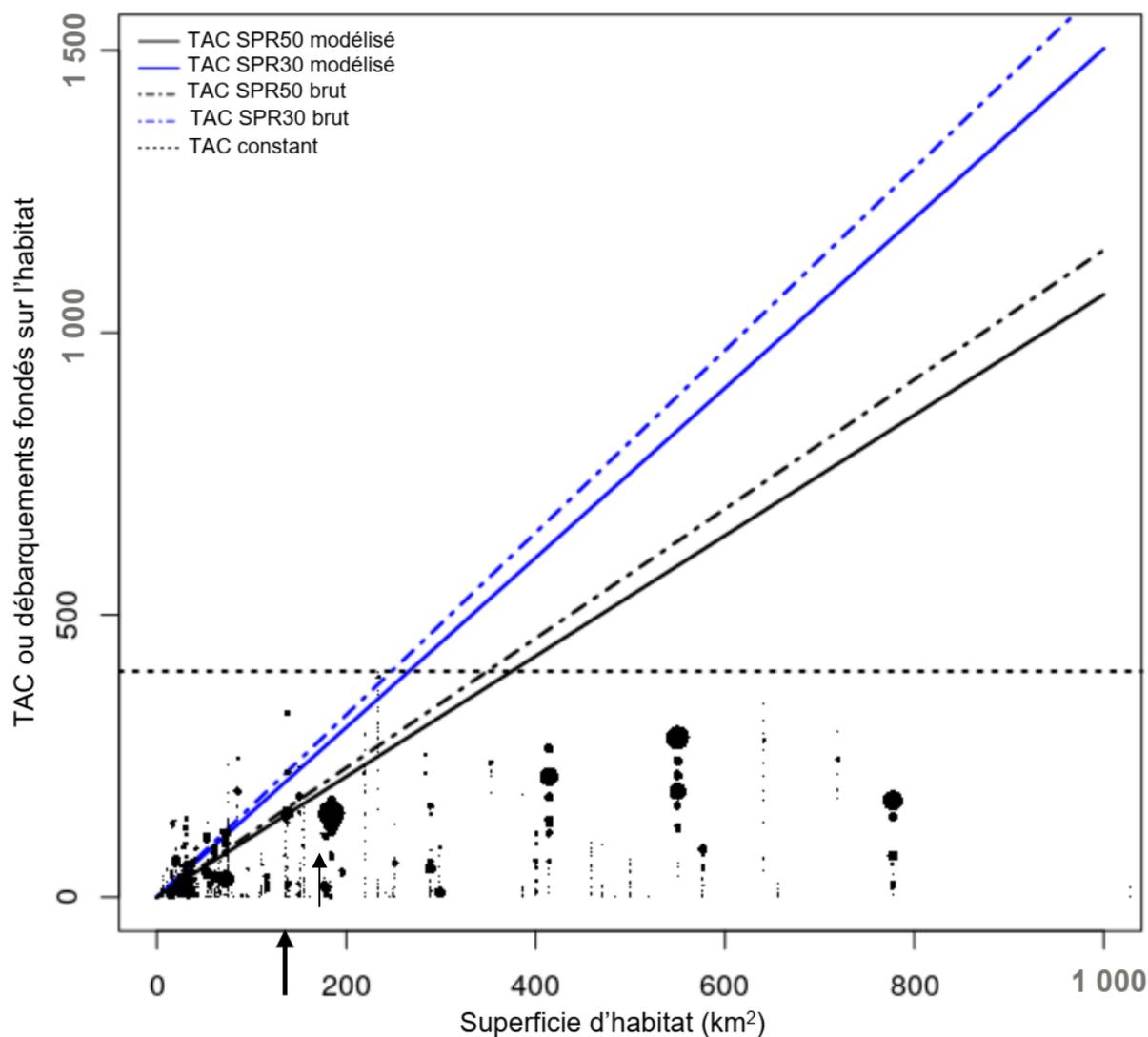


Figure 25. Débarquements de civelles dans la région des Maritimes (toutes les années confondues) mis à l'échelle selon l'effort de pêche par rapport à la superficie du bassin hydrographique (km²) associée aux lieux de pêche. La ligne pointillée horizontale représente un total autorisé des captures (TAC) constant de 400 kg. Les débarquements associés à la pêche à SPR30 et SPR50, estimés à partir des données observées (brutes) ou modélisées sur le recrutement dans la rivière East à Chester, sont indiqués en tant que fonction de la superficie du bassin hydrographique. La flèche sous l'axe horizontal indique l'emplacement approximatif de la rivière East à Chester au sein de l'ensemble de données.

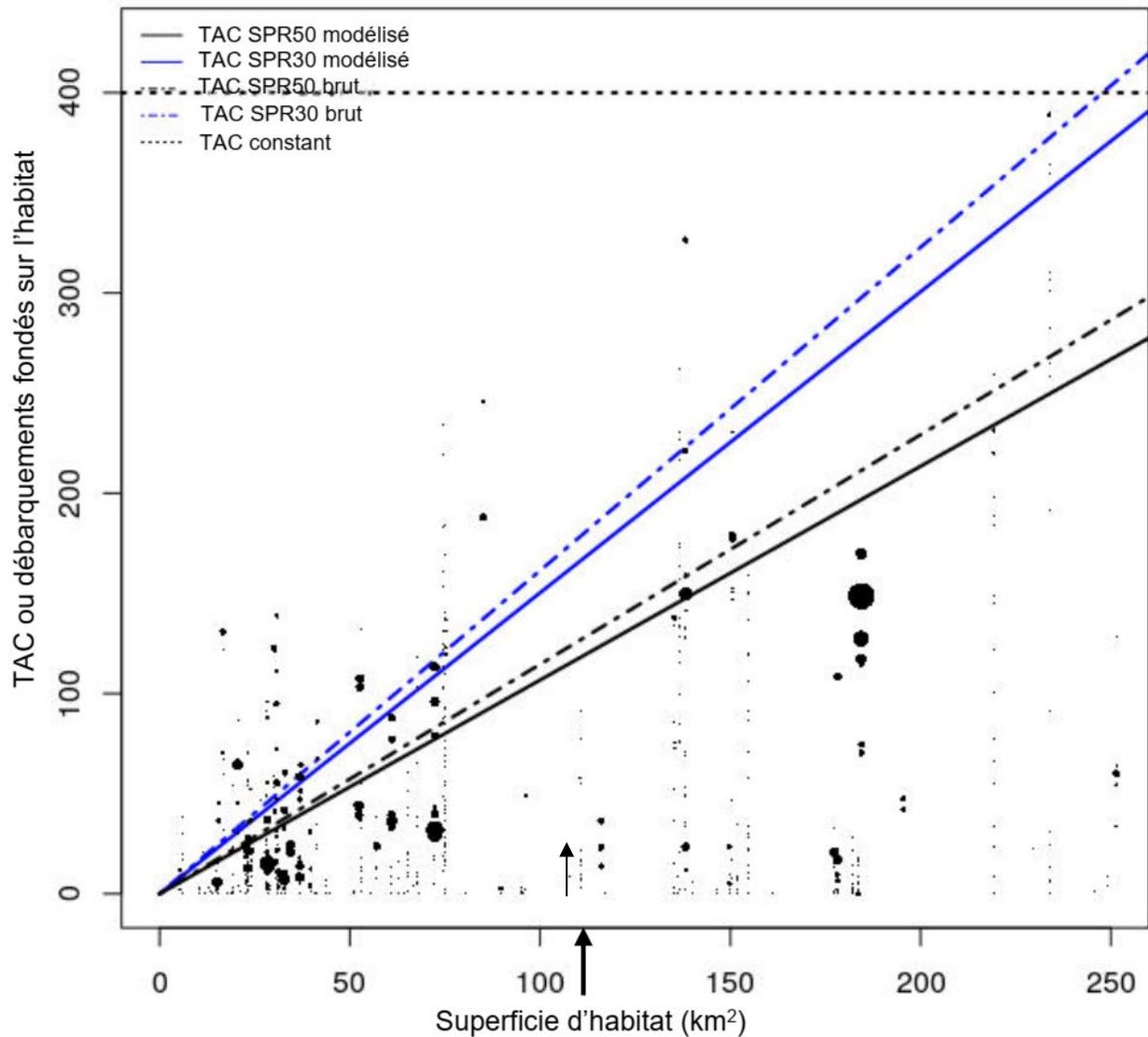


Figure 26. Débarquements de civelles dans la région des Maritimes (toutes les années confondues) mis à l'échelle selon l'effort de pêche par rapport à la superficie du bassin hydrographique (km²) associée aux lieux de pêche réduite à 250 km². La ligne pointillée horizontale représente un total autorisé des captures (TAC) constant de 400 kg. Les débarquements associés à la pêche à SPR30 et SPR50, estimés à partir des données observées (brutes) ou modélisées sur le recrutement dans la rivière East à Chester, sont indiqués en tant que fonction de la superficie du bassin hydrographique. La flèche sous l'axe horizontal indique l'emplacement approximatif de la rivière East à Chester au sein de l'ensemble de données.

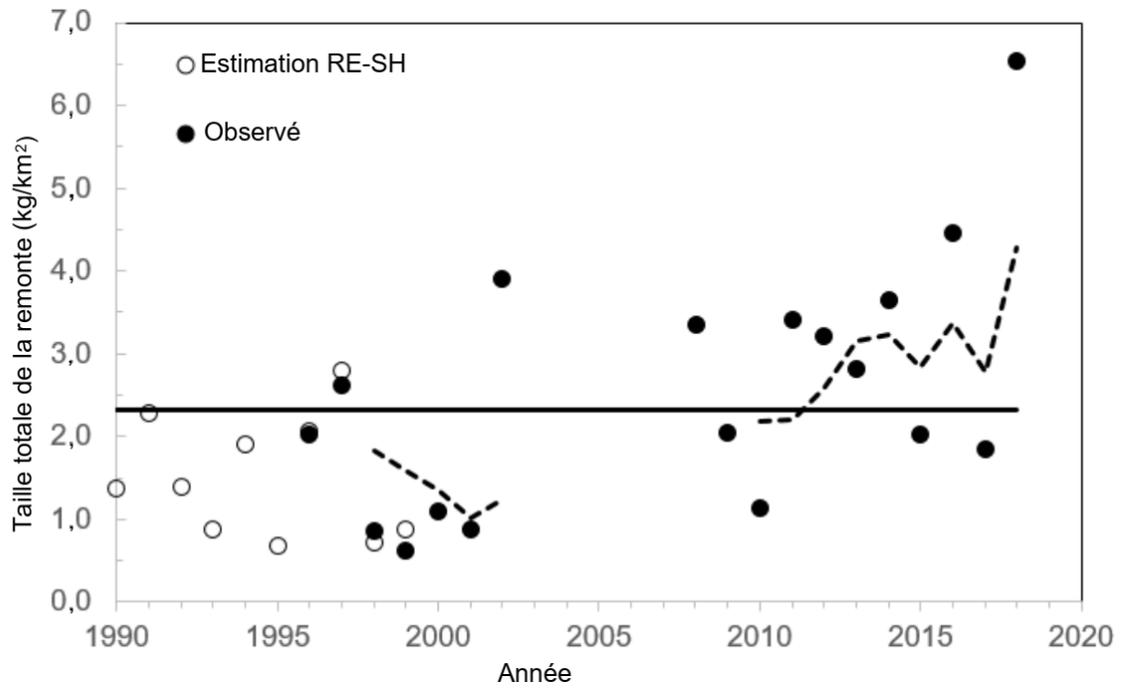


Figure 27. Indice de recrutement des civelles de la rivière East à Chester, mis à l'échelle selon une superficie par km², par rapport à la taille médiane à long terme de la remonte selon cette série de données.

ANNEXE 1

SURVEILLANCE DE LA MONTAISON DE CIVELLES VERS LA RIVIÈRE EAST, À CHESTER

Zone d'étude

La rivière East, à Chester, est située au sein de la baie Mahone, dans le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse (figure 9); elle se trouve dans la zone du sud des hautes terres de la Nouvelle-Écosse (Watt *et al.* 1983). Cette rivière, dont le bassin hydrographique a une superficie de 134,0 km², possède deux principaux affluents : le bras est (bassin hydrographique de 45,5 km²) et la rivière Canaan (bassin hydrographique de 69,4 km²). Ces deux affluents se rejoignent à environ 4 km au-dessus de la limite de marée (figure 9). Un troisième bassin versant, celui du ruisseau Barry's, est plus petit (19,1 km²) et rejoint le cours principal à environ 0,5 km au-dessus de la limite de marée. Les lacs et les étangs représentent environ 11 % (1 186 ha) de la superficie globale des bassins hydrographiques et environ 95 % du total des zones humides (1 250 ha).

La rivière est caractérisée par une baisse d'élévation de 1 m sur une distance de 11 m, à la limite de marée. Une grande partie de cette baisse d'élévation (0,6 m) se produit sous un seuil de bloc rocheux situé à 2 à 3 m au-dessus des zones subissant l'effet des marées. Cette baisse empêche les civelles d'accéder à la rivière, de sorte qu'elles s'accumulent à la base du seuil. Des installations sont installées en aval de cet obstacle afin de recueillir les civelles aux fins du dénombrement et d'échantillonnage biologique.

Collectes

Pour la collecte des civelles, quatre pièges de type « irlandais » (O'Leary 1971) sont installés sous le seuil, soit deux pièges de chaque côté de la rivière (figure 9). Ce type de piège, composé d'une boîte allongée et recouverte, est alimenté en eau par gravité au moyen de tuyaux placés au-dessus du seuil. L'extrémité en aval de chaque boîte est ouverte et repose sur une rampe en béton (une par piège), qui s'étend dans la rivière et sous la surface de l'eau. On ajuste le débit d'eau dans chaque boîte, au besoin, pour maintenir une surface mouillée et permettre aux civelles de s'y rendre. Chaque boîte de collecte est fixée, au moyen d'un tuyau dont l'ouverture se situe près du haut de celle-ci, à une boîte de capture. Le débit d'eau, également issu d'une alimentation par gravité depuis le dessus du seuil, est utilisé pour diriger les civelles vers la boîte de capture.

Idéalement, les pièges sont installés avant l'arrivée des civelles à l'embouchure de la rivière; toutefois, en pratique, cela est rarement possible puisque la rivière connaît généralement une crue nivale à la suite du dégel en mars-avril. Les dates depuis lesquelles ces pièges sont en service varient, certains étant utilisés depuis seulement le 15 avril 2011 et d'autres depuis aussi longtemps que le 21 mai 1997 (tableau A1). Il est arrivé, lors de certaines années, que les activités de pêche commerciale précèdent de plusieurs jours les activités de surveillance au moyen de ces pièges (tableau A1). Les emplacements des pièges ont été choisis dans le but d'obtenir un échantillon représentatif de la totalité des civelles qui migrent en amont, et selon l'hypothèse que les vitesses d'eau typiques des débits fluviaux du printemps et du début de l'été empêcheraient un nombre important de civelles de passer, de façon naturelle, par-dessus le seuil. Jessop (2003) a estimé à < 0,25 % la proportion de la remonte de civelles échappant à la capture. L'emplacement des pièges peut varier légèrement d'une année à l'autre, y compris lorsque les emplacements utilisés auparavant deviennent inappropriés en raison du dépôt de roches ou de l'affouillement des berges.

Traitement des échantillons

Dénombrement

Les civelles qui sont capturées dans les pièges sont traitées tous les matins, et de nouveau en début de soirée pendant les jours où les prises sont importantes. Les civelles sont comptées à la main lorsque les prises peu nombreuses (p. ex., moins de 300 civelles) et par estimation volumétrique lorsque le dénombrement à la main devient impossible. Au cours des années 1996 à 2002, le volume total des prises a été converti en nombre de civelles au moyen d'estimations du nombre de civelles étalonnées selon des volumes de 50,75 ou 100 ml. Selon Jessop (2003), d'autres volumes intermédiaires ont parfois été utilisés (années 1996 à 2001), lesquels ont été étalonnés au volume de 50 ml. Pour tenter de compenser la diminution de la taille corporelle moyenne des civelles à mesure qu'elles poursuivent la montaison (Jessop 1998b), des estimations de leur nombre par unité de volume sont effectuées, habituellement à deux reprises, au cours de la montaison (tableau A1). Les méthodes d'étalonnage ont varié d'une année à l'autre. Ainsi, de 1996 à 2001, on a dénombré, deux fois par saison, les civelles de diverses unités de volume selon neuf répétitions ou plus (tableau A1), tandis qu'un seul étalonnage composé de 10 répétitions a été utilisé en 2002.

Depuis 2008, un volume de 100 ml a été adopté comme norme d'étalonnage (tableau A1). Pour les années 2008 à 2010, des estimations uniques du nombre de civelles par 100 ml ont été effectuées au moins une fois par semaine (tableau A1). À partir de 2011, de multiples estimations quotidiennes ont été effectuées tous les deux ou trois jours (lundi, mercredi et vendredi) pendant la durée de la montaison annuelle, chaque fois qu'un nombre suffisant de civelles était disponible (tableau A1).

Les estimations volumétriques de l'abondance des civelles ont été abandonnées en 2016 au profit d'estimations fondées sur le poids, de façon à établir un lien plus direct entre les dénombrements (les échappées de la pêche commerciale) et les prises (les prélèvements de la pêche commerciale), qui sont déclarées sous forme de poids humide (kg). Les civelles capturées dans les pièges étaient pesées (à 0,01 kg près) sur place, conformément au protocole de pesée à l'intention des titulaires d'un permis de pêche commerciale (voir ci-dessous). Trois sous-échantillons de civelles pesant environ 100 g étaient recueillis. Chaque sous-échantillon était compté séparément par deux techniciens sur le terrain, le dénombrement effectué par chaque technicien étant consigné séparément.

Les civelles vivantes qui n'étaient pas conservées aux fins d'échantillonnage biologique étaient remises dans la rivière à environ 75 m en amont du seuil.

Caractéristiques biologiques

De 1996 à 2001, un échantillon de 50 civelles ou moins (selon la disponibilité) était prélevé trois fois par semaine, habituellement les lundis, mercredis et vendredis. Les individus de l'échantillon étaient tués au moyen d'une solution de formaline à 4 %, puis on mesurait immédiatement leur longueur totale (LT, à 0,1 mm près) à l'aide d'un étrier numérique, et on déterminait leur poids (à 0,01 g près), après les avoir épongées. Le stade de pigmentation était évalué selon les critères de Haro et Krueger (1988). En 2011, la taille des échantillons a été augmentée à 100 civelles, et la solution de formaline à 4 % a été remplacée par une solution d'essence de girofle à 10 % permettant d'immobiliser les civelles avant d'en mesurer la longueur totale, le poids total et le stade de pigmentation. En 2008, on a mesuré la longueur des civelles, mais elles n'ont pas été pesées (tableau A1).

Les anguilles juvéniles (entièrement pigmentées ou tailles/poids supérieurs à 75 mm/0,35 g) ont été séparées des civelles, puis comptées. Une analyse des otolithes a permis de confirmer la différenciation des civelles et des juvéniles selon les critères ci-dessus (Jessop *et al.* 2002).

La façon de mesurer la longueur et le poids des anguilles juvéniles n'était pas uniforme d'une année à l'autre.

Tous les juvéniles ont été remis en liberté dans la rivière, en amont du seuil.

En matière de surveillance, les protocoles, les activités et les résultats pour les années 1996 à 2000 figurent dans les rapports internes du MPO et dans le document de Jessop (1998a; 2000b). Les rapports annuels pour les années 2001 et 2002 ne sont pas disponibles. Depuis 2008, l'industrie tient à jour les rapports de ses propres activités et résultats en matière de surveillance.

Prises commerciales

La pêche commerciale de la civelle dans la rivière East à Chester se fait à l'épuisette dans les eaux de marées, en aval du point où la route 3 traverse la rivière et en aval de l'emplacement des pièges à civelle du MPO (figure 9). Les pêcheurs commencent par effectuer une inspection visuelle de 15 à 30 minutes pour déterminer si des civelles sont présentes dans la rivière. Les méthodes de recherche peuvent varier, qu'il s'agisse de retourner les roches pour repérer des civelles, de les observer dans la colonne d'eau ou d'utiliser les épuisettes dans l'eau. Cette dernière activité est consignée dans les journaux de bord de la pêche commerciale, ce qui fournit une indication, pour chaque année, du moment de l'arrivée des premières civelles à l'embouchure de la rivière (tableau A1).

Pourvu que des quantités commercialement viables de civelles soient détectées, la pêche commerciale se poursuit plus ou moins quotidiennement. Le total autorisé des captures (TAC) annuel pour la rivière East à Chester est plafonné à 400 kg (poids humide). Si l'on estime que les prises nocturnes sont insuffisantes pour justifier la poursuite de l'effort de pêche, il est possible que les activités de pêche prennent fin avant l'atteinte du quota pour cette rivière. De plus, des facteurs non liés à l'importance de la montaison des civelles peuvent influencer la pêche commerciale – et donc l'incidence de la pêche sur l'état de la montaison des civelles – dans la rivière East à Chester. Ces facteurs sont notamment la variabilité interannuelle de l'incitatif commercial relativement à cette pêche, ainsi que l'effort de pêche de la civelle qui est mené dans la rivière East à Chester par rapport à d'autres rivières où le titulaire de permis est autorisé à pêcher. Les activités de pêche de la rivière East à Chester peuvent, à la fois sur une base quotidienne et annuelle, être influencées par l'effort de pêche dans d'autres rivières. De plus, la pêche pourrait devoir cesser pour l'année lorsque le titulaire du permis a atteint son quota général avant d'avoir atteint la limite de 400 kg propre à cette rivière. Les titulaires de permis peuvent également choisir de cesser la pêche avant que leur quota soit atteint si la qualité de la civelle, par rapport aux préférences du marché, s'est détériorée au cours de la période de pêche (Yvonne Carey, Atlantic Elver Ltd, Caledonia [N.-É.], comm. pers.).

Les titulaires de permis doivent tenir des journaux de bord détaillés qui consignent la date, le nombre d'épuisettes (de pêcheurs), l'effort de pêche (par tranches de 0,25 heure; l'effort total correspondant au nombre d'épuisettes x heures) et les prises (à 0,1 kg près). Conformément aux conditions du permis, le poids des prises doit être estimé depuis la berge du cours d'eau, avant le transport vers une installation d'entreposage. Toutefois, le poids que consignent les journaux de bord est celui de la pesée qui est effectuée à l'installation d'entreposage, avant que les civelles soient placées dans les réservoirs d'entreposage. Voici le protocole de pesée qui doit être suivi en vertu des conditions du permis : les civelles, dans une solution aliquote d'environ 1 200 ml (ce qui correspond approximativement à 1 kg de civelles), sont placées dans un panier dont le poids est connu, muni d'un fond perforé, qu'on laisse s'égoutter pendant deux minutes. L'excès d'eau est ensuite éliminé en secouant le panier, puis ce dernier est pesé

sur une balance électronique. Le poids du panier est soustrait de cette valeur afin d'obtenir l'estimation du poids humide des prises.

Depuis les dernières années, on applique une conversion normalisée de 4 000 civelles par kilogramme de poids humide afin d'estimer le nombre de civelles pêchées.

Étalonnages du nombre de civelles par unité de volume

La longueur et le poids des civelles peuvent diminuer considérablement pendant la durée de la montaison annuelle. Lorsque les prises quotidiennes sont élevées et que le dénombrement à la main devient impraticable, de tels changements peuvent compliquer l'estimation de la taille de la remonte en ce qui concerne le nombre de civelles. Des facteurs de conversion (civelles par unité de volume) sont alors nécessaires pour établir un lien entre le nombre de civelles et le volume des prises. Le résumé des étalonnages utilisés depuis 1996 (tableau A1) indique qu'avant 2008, le nombre d'événements d'étalonnage était faible par rapport à la durée des montaisons annuelles. L'exactitude et la précision des estimations de l'abondance pouvaient donc varier d'une année à l'autre.

Le roulement du personnel technique sur le terrain a été important depuis la mise en œuvre de la surveillance en 1996. Pour certaines années, le roulement de l'effectif touchait la totalité des membres du personnel, les nouveaux employés étant alors laissés à eux-mêmes pour interpréter les protocoles d'échantillonnage écrits (l'étalonnage), sans référence quant à la façon dont ces protocoles avaient été interprétés lors des années précédentes. Il existe donc un risque de biais lié à l'estimation des facteurs d'étalonnage.

Estimation du nombre de civelles par volume d'après les données biologiques

Compte tenu des incohérences, d'une année à l'autre, quant à la façon de générer les estimations du nombre de civelles par unité de volume, les données disponibles pour les années 2013, 2014 et 2015 ont servi à déterminer s'il était possible ou non de générer des estimations pertinentes des volumes de civelles à partir des mesures de la taille corporelle (soit la longueur totale [à 0,1 mm près] et le poids total [à 0,05 g près]) des civelles capturées. Ces trois années ont été sélectionnées en raison du nombre relativement élevé d'estimations du nombre de civelles/100 ml (soit trois répétitions par date d'échantillonnage) et de la disponibilité des mesures de longueur et de poids ($n = 100$ pour chaque date d'échantillonnage) (tableau A1). De plus, les estimations volumétriques et les mesures de la taille corporelle étaient réalisées au cours d'une même journée ou à moins de 24 heures l'une de l'autre. En outre, quelques membres du personnel technique sur le terrain étaient présents tout au long des trois années, ce qui permet de déterminer avec un certain degré de confiance que les mesures sur le terrain ont été obtenues de façon uniforme.

On a d'abord inspecté les données pour chaque année afin de confirmer que les estimations du volume de civelles changeaient au fil du temps, que la longueur et le poids des civelles changeaient également au fil du temps, et que ces changements se reflétaient inversement dans les estimations volumétriques. On a supprimé les données sur la longueur et le poids des civelles qui étaient inférieures au quantile 0,025 et supérieures au quantile 0,975 de la relation longueur-poids pour les dates individuelles d'échantillonnage. Toutes les répétitions de volume de civelles ont été incluses aux analyses subséquentes.

Une méthode de rééchantillonnage a été élaborée pour générer des paires de valeurs de pente et d'ordonnée à l'origine à partir d'une régression linéaire de la taille corporelle (longueur, poids) par rapport au volume de civelles (par 100 ml), selon les données regroupées pour les trois années. Chaque paire de données représentait la moyenne de 35 longueurs ou poids ainsi qu'une estimation du volume de civelles obtenu au cours de la même journée que les mesures

de la taille corporelle. Tous les échantillons étaient recueillis selon un échantillonnage avec remplacement. On a retenu et utilisé les valeurs de pente et d'ordonnée à l'origine se situant à l'intérieur des intervalles de confiance de 95 % afin de générer des volumes prévus pour les estimations individuelles de la taille corporelle moyenne (longueur, poids).

Tableau A1. Résumé des activités de surveillance des civelles et de la pêche commerciale dans la rivière East à Chester pour les années 1996 à 2015. La « première visite » indique les dates du début des activités de la pêche commerciale et de l'utilisation des pièges scientifiques. La « première prise » indique les dates de la première prise commerciale et de la première prise dans les pièges à civelles scientifiques. Les dates de la dernière capture de civelles et des dernières activités de pêche commerciale ou de surveillance qui ont eu lieu durant l'année sont également indiquées. La durée (jours) désigne la période durant laquelle des civelles étaient disponibles pour la pêche commerciale (prises) et la surveillance (montaison). Le nombre d'intervalles d'échantillonnage et le nombre total de civelles mesurées (longueur et poids) sont indiqués sous « Nombre d'observations ». Les « événements » indiquent le nombre de jours où des estimations du nombre de civelles par unité de volume ont été effectuées durant l'année. Les « répétitions » indiquent le nombre total de sous-échantillons obtenus.

Année	Première visite		Première prise		Dernière visite		Dernière prise		Durée (jours)		Nombre d'observations			Étalonnages	
	Pêche	Indice	Pêche	Indice	Pêche	Indice	Pêche	Indice	Prises	Montaison	Jours	Longueur	Poids	Événements	Répétitions
1996	27 avr.	4 mai	27 avr.	4 mai	20 juin	11 juill.	20 juin	11 juill.	54	68	28	1 347	1 347	2	18
1997	26 avr.	21 mai	11 mai	21 mai	20 juin	14 juill.	12 juin	14 juill.	32	54	23	1 181	1 181	2	18
1998	17 avr.	2 mai	24 avr.	2 mai	13 juin	6 août	19 mai	6 août	25	96	33	1 550	1 550	2	18
1999	21 avr.	2 mai	24 avr.	3 mai	24 avr.	22 juill.	24 avr.	22 juill.	0	80	32	1 446	1 446	2	45
2000	AP	30 avr.	AP	1 mai	AP	24 juill.	AP	24 juill.	AP	84	34	1 614	1 614	2	54
2001	19 mai	6 mai	25 mai	8 mai	6 juin	18 juill.	27 mai	18 juill.	2	71	19	1 132	1 132	2	36
2002	15 avr.	13 mai	20 avr.	13 mai	28 mai	27 juin	28 mai	27 juin	38	45	10	494	344	1	10
2003	30 avr.	AI	5 mai	AI	8 juin	AI	4 juin	AI	30	AI	AI	AI	AI	AI	AI
2004	14 avr.	AI	11 mai	AI	3 juin	AI	3 juin	AI	23	AI	AI	AI	AI	AI	AI
2005	8 avr.	AI	20 avr.	AI	18 mai	AI	18 mai	AI	28	AI	AI	AI	AI	AI	AI
2006	3 avr.	AI	12 avr.	AI	22 mai	AI	19 mai	AI	37	AI	AI	AI	AI	AI	AI
2007	26 avr.	AI	4 mai	AI	10 juin	AI	7 juin	AI	34	AI	AI	AI	AI	AI	AI
2008	9 avr.	30 avr.	19 avr.	4 mai	5 mai	14 juin	5 mai	14 juin	16	41	18	867		10	10
2009	10 avr.	30 avr.	27 avr.	1 mai	9 juin	14 juill.	2 juin	14 juill.	36	74	30	1 401	1 401	6	6
2010	6 avr.	23 avr.	9 avr.	23 avr.	8 juin	15 juill.	2 juin	15 juill.	54	83	29	1 444	1 156	9	9
2011	6 avr.	15 avr.	12 avr.	30 avr.	6 mai	19 juin	5 mai	19 juin	23	50	13	1 513	817	12	30
2012	21 mars	25 mars	21 mars	6 avr.	20 avr.	11 juill.	20 avr.	11 juill.	30	96	37	4 388	4 377	26	74
2013	31 mars	28 avr.	18 avr.	28 avr.	30 avr.	14 juill.	30 avr.	14 juill.	12	77	33	4 049	4 065	18	52
2014	13 avr.	30 avr.	22 avr.	30 avr.	14 mai	2 juill.	14 mai	2 juill.	22	63	28	2 777	2 777	20	57
2015	4 mai	18 mai	4 mai	18 mai	20 juin	15 juill.	19 juin	15 juill.	46	58	28	2 778	2 686	10	34
Totaux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	395	27 981	25 893	124	471

AP = Aucune pêche; AI = Aucun indice