



ANALYSE ET ÉVALUATION DES RÉSULTATS OBTENUS LORS DES ÉTUDES SUR LE BAR RAYÉ, RÉALISÉES POUR LE COMPTE DE L'ADMINISTRATION PORTUAIRE DE QUÉBEC DANS LE CADRE DU PROJET BEAUPORT 2020

Contexte

En 2015, l'Administration portuaire de Québec (APQ) a soumis au Programme de protection des pêches de la Direction régionale de la gestion des écosystèmes (DRGÉ) du MPO de la région du Québec une demande d'autorisation pour un projet d'agrandissement du port de Québec dans la baie de Beauport. L'analyse du projet par la DRGÉ indiquait que le projet était susceptible de causer des dommages sérieux à plusieurs espèces de poisson en vertu de la *Loi sur les pêches* (LP) ainsi que des impacts à au moins une espèce de poisson protégée en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). En effet, des résultats de pêches effectuées par des firmes mandatées par l'APQ ainsi que par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (MFFP) ont montré une abondance élevée de bar rayé (*Morone saxatilis*), incluant des adultes en reproduction, dans la région convoitée pour l'agrandissement portuaire. La population de bar rayé du fleuve Saint-Laurent, actuellement en rétablissement, est une espèce protégée en vertu de la LEP. Subséquemment, dans le cadre de l'évaluation environnementale du projet, l'APQ a mandaté une firme de consultant afin de mieux documenter la présence du bar rayé dans le secteur à l'étude, notamment via le suivi d'activité de fraie (2015 à 2017), de relevés d'ADN environnemental (2016 et 2017), la réalisation d'une simulation de la dérive des œufs dans la baie de Beauport ainsi que des suivis télémétriques opportunistes de bars rayés adultes équipés d'un émetteur acoustique (2015 à 2017). Ces suivis télémétriques ont été réalisés à partir de bars rayés marqués par le MFFP pour des projets ayant d'autres objectifs que l'évaluation de la situation dans la baie de Beauport. En octobre 2017, un rapport synthèse (Anonyme 2017) a été soumis à la DRGÉ par l'APQ. L'APQ souhaite que les études réalisées par le consultant alimentent l'analyse pour raffiner l'identification de l'habitat essentiel du bar rayé du fleuve Saint-Laurent.

Suite à la réception de ce rapport, la DRGÉ a soumis à la Direction régionale des Sciences (DRS) une demande d'avis scientifique afin de déterminer si les méthodes utilisées, les analyses, les résultats et l'interprétation présentés par le consultant permettent avec une certitude raisonnable :

1. De confirmer la conclusion sur la présence d'une frayère à l'embouchure de la rivière Etchemin, sur la base des relevés d'ADN environnemental (ADNe), des indications d'activités de fraie par l'observation de sauts et de clapotis et des enquêtes auprès de pêcheurs sportifs rapportant des mentions de capture d'adultes et de juvéniles de bar rayé en période propice à la reproduction ;
2. De confirmer que les résultats des suivis télémétriques effectués dans le secteur de la pointe sud-ouest de la baie de Beauport ainsi qu'une section du fleuve Saint-Laurent s'étendant jusqu'à Lévis puissent contribuer à modifier l'aire de l'habitat important de reproduction, désignée dans le secteur de l'extrémité de la péninsule portuaire de Québec

(secteur Beauport), par le programme de rétablissement ; en tenant compte du fait que l'aire actuellement désignée a déjà été reconnue comme une aire importante pour la reproduction, telle que décrite dans le récent avis scientifique (MPO 2017a);

3. De confirmer que le modèle hydrodynamique utilisé et que les prémisses du modèle sont adéquats pour simuler la dérive d'œufs de bar rayé et intègrent toutes les variables propres au fleuve Saint-Laurent.

Dans le cadre du processus de réponse des sciences régional, une rencontre réunissant des participants de la direction des sciences et de la gestion des écosystèmes du MPO, d'Environnement et Changement climatique Canada, de consultants, du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec et des universités a eu lieu les 22 et 23 mars 2018 à Québec afin de revoir un premier rapport du consultant mandaté par l'APQ (Anonyme 2017) et de répondre aux trois questions. Suivant la réunion de mars 2018, un second rapport préparé par le consultant pour l'APQ (Anonyme 2018) et considérant les commentaires des réviseurs sur le volet télémétrie a été soumis en juillet 2018 à la DRGÉ. La DRGÉ a sollicité de nouveau la DRS afin de réviser le second rapport et de répondre à la deuxième question mentionnée plus haut.

La présente réponse des Sciences découle du processus de réponse des Sciences de mars et de juillet 2018 sur l'évaluation et l'interprétation des résultats obtenus lors des études sur le bar rayé, réalisées pour le compte de l'Administration portuaire de Québec dans le cadre du projet Beauport 2020.

Renseignements de base

État actuel de la population de bar rayé du fleuve Saint-Laurent

En 2004, le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a évalué et désigné la population de bar rayé (*Morone saxatilis*) de l'estuaire du Saint-Laurent en tant qu'espèce disparue du pays. Suivant cette évaluation, l'espèce a été officiellement inscrite en 2011 à l'annexe 1 de la LEP. De son côté, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) du Québec a implanté en 2002 un programme de réintroduction de l'espèce afin d'établir une nouvelle population capable de se reproduire et de se maintenir d'elle-même dans le fleuve Saint-Laurent. Suite à ces efforts, une augmentation de la population et de sa répartition ont été observées, de même qu'une reproduction naturelle des individus. Ainsi, en 2011, le COSEPAC a réévalué la situation générale du bar rayé. La population de l'estuaire du Saint-Laurent a été renommée « population du fleuve Saint-Laurent » et le statut d'espèce en voie de disparition lui a été attribué (COSEPAC 2012). Au cours de cette même année, un programme de rétablissement a été publié tel qu'exigé par la LEP (MPO 2011). Les connaissances de l'époque ont permis de désigner un habitat essentiel pour la croissance des juvéniles. Cet habitat essentiel correspondait à la zone intertidale (entre 0 et 5 m de profondeur) de l'anse Sainte-Anne, une baie située entre Saint-Roch-des-Aulnaies et Rivière-Ouelle, sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent. Depuis, de nouveaux secteurs d'importance pour les différents stades de vie de l'espèce ont été découverts et documentés (MPO 2017a et références incluses). Le secteur de la baie de Beauport est ressorti comme une zone d'habitat important pour l'alimentation et l'hivernage des adultes, pour la croissance des larves et des jeunes de l'année et pour la reproduction, avec la présence probable d'une zone de fraie. L'autre zone reconnue comme importante pour la reproduction est l'embouchure de la rivière du Sud, où la présence d'une frayère a été confirmée (Côté 2012). Une mise à jour du programme de rétablissement, combiné à un plan d'action, est en cours et propose une désignation de

l'habitat essentiel bonifiée qui intègre les secteurs identifiés comme importants pour l'espèce, sur la base de l'avis scientifique de 2017 (MPO 2017a et références incluses).

Analyse et réponse

L'analyse et la réponse aux trois questions soumises à l'avis des experts sont présentées ci-dessous. Tel que mentionné plus haut, les réviseurs devaient statuer si les méthodes utilisées, les analyses, les résultats et l'interprétation présentés par le consultant permettent avec une certitude raisonnable :

1. De confirmer la conclusion quant à la présence d'une frayère à l'embouchure de la rivière Etchemin, sur la base des relevés d'ADN environnemental (ADNe), des indications d'activités de fraie par l'observation de sauts et de clapotis et des enquêtes auprès de pêcheurs sportifs rapportant des mentions de capture d'adultes et de juvéniles de bar rayé en période propice à la reproduction ;

L'examen des analyses et des résultats présentés dans le rapport ne permet pas de confirmer avec une certitude raisonnable la présence d'une frayère à l'embouchure de la rivière Etchemin. Les analyses d'ADNe ont permis de démontrer la présence de bars rayés dans le secteur. Cependant, ces résultats ne permettent pas de prouver clairement la présence d'une frayère à l'embouchure de la rivière Etchemin, d'une part parce qu'il n'y a aucune relation préalable entre l'abondance de poissons et la quantité d'ADNe détectée, et d'autre part, parce que l'échantillonnage n'avait pas la résolution temporelle nécessaire qui permettrait de détecter une activité de fraie dans le secteur. De plus, les données présentées ne permettent pas d'établir le stade de vie des espèces détectées (géniteurs ou immatures). Quant à l'observation d'activités liées à la fraie, tels des sauts et des clapotis, des observations de clapotis ont été faites pendant quelques jours en 2016 et 2017, mais sans identification formelle des espèces en présence. On note tout au plus une journée d'observation de clapotis jumelée à l'observation de poissons possédant deux nageoires dorsales, ce qui pourrait être caractéristique du bar rayé, mais sans confirmation absolue. Il faut préciser que les clapotis ne sont pas nécessairement associés à des activités de fraie. Il est reconnu également que l'alose savoureuse (*Alosa sapidissima*) présente le même comportement de clapotis que les bars rayés, et le consultant a trouvé des larves de cette espèce à l'embouchure de la rivière Etchemin (Anonyme 2017). L'absence d'œufs et de larves de bar rayé dans les collections d'échantillons ne permet pas non plus d'appuyer la présence d'une frayère à l'embouchure de la rivière Etchemin. Enfin, aucun suivi des géniteurs par des pêches ciblées n'a été réalisé dans le secteur de la rivière Etchemin. Seules des enquêtes auprès de pêcheurs sportifs sans observations synchrones du rapport des sexes ou de clapotis ont été faites, ce qui limite l'interprétation possible des résultats.

2. De confirmer que les résultats des suivis télémétriques effectués dans le secteur de la pointe sud-ouest de la baie de Beauport ainsi qu'une section du fleuve Saint-Laurent s'étendant jusqu'à Lévis puissent contribuer à modifier l'aire de l'habitat important de reproduction, désignée dans le secteur de l'extrémité de la péninsule portuaire de Québec (secteur Beauport), par le programme de rétablissement ; en tenant compte du fait que l'aire actuellement désignée a déjà été reconnue comme une aire importante pour la

reproduction, telle que décrite dans l'avis scientifique récemment publié (MPO 2017a) ;

Les données issues du suivi télémétrique présentées par le consultant (Anonyme 2018) pourraient servir à améliorer la délimitation actuelle de l'habitat du bar rayé. Par contre, les nombreuses erreurs et le manque général de détails méthodologiques, le manque de standardisation du système expérimental déployé, la faible rigueur scientifique dans l'élaboration de l'analyse par Kernel, l'absence de références scientifiques solides et adéquates pour appuyer l'interprétation des résultats limitent la valeur de l'étude. En conséquence, nous recommandons de ne pas utiliser les zones de répartition présentées dans le rapport du consultant afin de modifier l'habitat essentiel à des fins de reproduction, tel que défini dans l'ébauche du programme de rétablissement et plan d'action du bar rayé (*Morone saxatilis*), population du fleuve Saint-Laurent 2017.

Qualité des méthodes et des données :

L'examen du rapport (Anonyme 2018) permet de statuer que le système de suivi par télémétrie utilisé par le consultant semble, malgré ses limites (par ex. : modifications interannuelles dans la position des récepteurs), approprié au secteur d'étude et permet d'obtenir des données brutes de qualité. Le système permet en principe de documenter avec certitude la présence de bar rayé lorsque ceux-ci se trouvent à l'intérieur de la grille de récepteurs (pour les stations STXX, toutes situées dans la portion nord de l'aire d'étude, excluant les stations de Lévis, Lev-1 et Lev. 2, voir Figure 1 ci-dessous). Par contre, bien que le consultant mentionne que son système soit étanche (i.e. que tous les poissons munis d'un émetteur étaient détectés à l'intérieur de la grille de récepteurs à partir du moment où ils y pénétraient jusqu'à ce qu'ils la quittent), aucune donnée ne vient appuyer cette affirmation. En ce qui concerne le système de positionnement, le taux de positionnement des récepteurs est mesuré à l'aide des émetteurs de synchronisation permettant de calibrer l'horloge de l'ensemble des récepteurs, de calculer la position des récepteurs si ces derniers sont accidentellement déplacés et d'estimer l'erreur sur les positions calculés par le système (Smith 2013). Dans la présente étude, ce taux de positionnement varie de moyen (60,6 %) à élevé (76,6 %) et les résultats indiquent que le système était relativement stable dans le temps au cours de la saison de suivi. Considérant les conditions hydrodynamiques particulières du secteur d'étude et de facteurs de difficulté comme le bruit des activités portuaires, le rendement de positionnement apparaît moyen, mais satisfaisant pour certaines analyses, notamment des analyses de présence. En ce qui concerne le taux de positionnement des bars rayés dans le système, il était faible avec une valeur autour de 20 %. Le rapport ne permet pas d'apprécier la variabilité du rendement de positions entre les individus, mais on devine toutefois qu'elle est élevée. Le faible taux de positionnement des poissons peut s'expliquer par différents facteurs spécifiques au bar rayé, notamment sa vitesse de nage et la possibilité que des individus se soient retrouvés en périphérie du système. Les conditions hydrodynamiques pourraient aussi être responsables en partie de ce faible rendement. Le faible taux de positionnement des poissons représente un handicap majeur pour les analyses de comportement et de domaines vitaux pour une espèce très mobile comme le bar rayé. Ce handicap origine du système d'étude particulier et non d'une mauvaise technique de terrain.

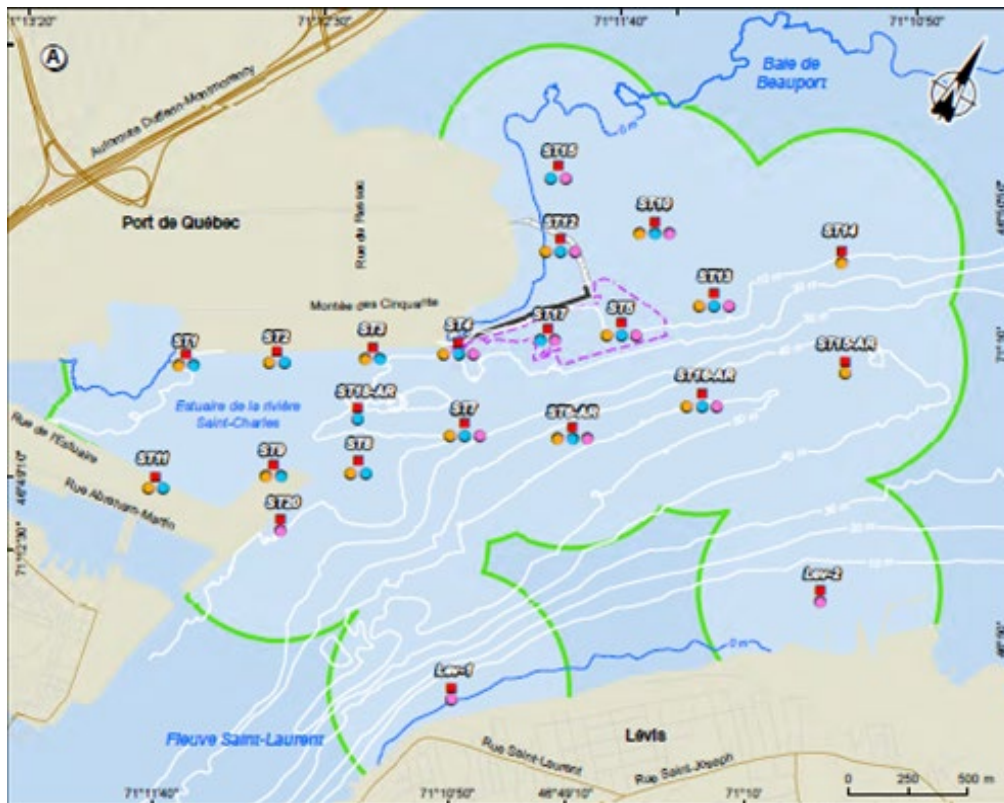


Figure 1. Carte 1, p. 5, tirée du rapport d'Anonyme (2018) indiquant la position des stations télémétriques dans le secteur à l'étude.

Qualité des analyses et des interprétations

Bien que l'utilisation des données puisse être appropriée pour certaines analyses comme les analyses de présence, plusieurs problèmes d'analyse ont été constatés, menant à des interprétations erronées des résultats.

Problème 1 : absence d'évaluation de la portée des signaux

L'évaluation et la compréhension de la portée de détection des récepteurs et des émetteurs est essentielle à l'interprétation des données de télémétrie (Kessel *et al.* 2014, Loher *et al.* 2017). Pour les analyses de la présente étude, le consultant a émis la prémisse que les récepteurs ont une portée théorique de 500 m, sans tenir compte de la configuration du site d'étude, des conditions environnementales et du type d'émetteurs utilisés. Le rapport ne fournit aucune définition de la portée ni aucune justification quant au choix de la valeur de 500 m. À la lecture du texte, on comprend qu'il est présumé que la probabilité de détection des poissons est distribuée de façon uniforme, autant entre les types d'émetteurs, que dans le temps et dans l'espace. Or, plusieurs éléments remettent en question l'utilisation d'une portée théorique de 500 m.

Premièrement, en ce qui concerne les émetteurs implantés dans les bars rayés de la présente étude, les évaluations du fabricant (VEMCO) indiquent une portée supérieure à 500 m en conditions idéales (617 m pour le V16L et 520 m pour le V13L). Par conséquent, le fabricant des émetteurs recommande d'évaluer la portée du signal pour chaque cas d'étude, puisqu'elle peut varier grandement d'un système à l'autre, et en fonction des conditions environnementales. La variabilité de la portée des signaux en fonction des systèmes étudiés et

l'importance de mener de telles évaluations pour pouvoir interpréter correctement les données ont été maintes fois démontrées (revue par Kessel *et al.* 2014, Jossart *et al.* 2017, Loher *et al.* 2017). Bien que le consultant indique dans son rapport que la portée des récepteurs puisse être influencée par plusieurs facteurs, dont certains se manifestent dans le secteur d'étude (ex. marée, bruit ambiant), la portée réelle des récepteurs n'a pas été évaluée. Donc, compte tenu des types d'émetteurs et de la nature hautement dynamique du secteur d'étude (inversion du courant, vitesse de courant, bruit, etc.), la prémisse d'une portée théorique de 500 m applicable utilisée par le consultant pour tous les bars rayés et dans toutes les conditions s'avère hasardeuse sans validation sur le terrain et ne s'applique probablement pas. Lors d'une étude précédente réalisée par le MFFP en 2013 dans le secteur de l'île d'Orléans situé à quelques kilomètres en aval du port de Québec, il avait été mesuré que la portée du signal pouvait dépasser 2 000 m, voire 3 000 m (Valiquette *et al.* 2016). Cette dernière étude avait également noté dans certaines occasions que des récepteurs situés près des émetteurs avaient des taux de détection inférieurs à celui de récepteurs situés à une plus grande distance des émetteurs. L'évaluation de la portée réelle du signal s'avère donc très importante, particulièrement lorsque l'objectif de l'étude vise à décrire des déplacements à fine échelle (inférieurs à la portée des signaux). En l'absence d'une évaluation de la portée du signal pour le secteur à l'étude, et considérant la probabilité que les signaux outrepassent largement la portée théorique ou soient négativement affectés par leur proximité, il apparaît inapproprié d'utiliser une valeur théorique de 500 m pour inférer les déplacements des individus à fine échelle entre les stations.

D'ailleurs, certains résultats présentés par le consultant mettent en doute la validité d'utiliser une portée théorique de 500 m pour leur étude. Par exemple, à la figure 2 (carte 3, p. 29 du rapport), on présente des résultats de positionnement de bars rayés grâce au système VPS qui utilisent les stations nommées «STXX», toutes situées dans la portion nord de l'aire d'étude. Les stations Lev-1 et Lev-2 situées près de Lévis sur la rive sud ne sont pas synchronisées avec les stations «STXX» et ne participent donc pas aux calculs des positions VPS. Or, la carte montre que des individus ont été positionnés nettement sur la rive sud. Ceci signifie que l'obtention de ces positions proviendrait d'au moins 3 récepteurs situés du côté nord du fleuve (dans le système VPS) et qui ont capté simultanément les signaux émis par les poissons situés sur la rive sud. Les récepteurs du système VPS les plus près de ces positions se situent tous à plus de 1 000 m, excédant largement la portée théorique de 500 m (voir figure ci-dessous).

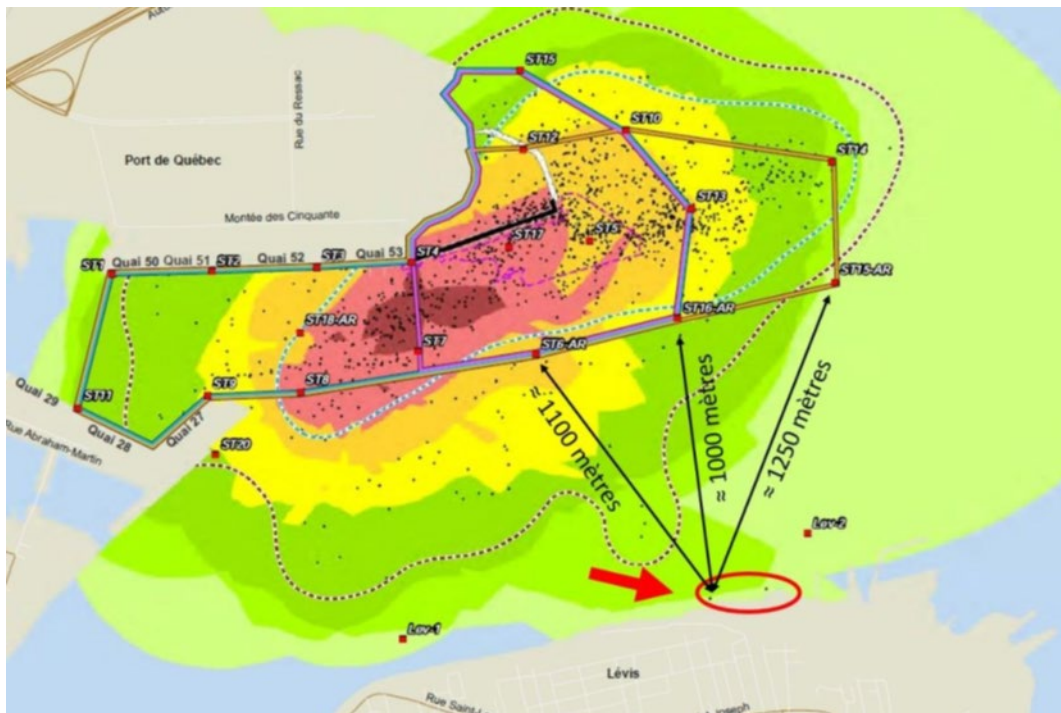


Figure 2. Carte 3, p. 29, adaptée du rapport d'Anonyme (2018). Le cercle et la flèche rouge indiquent les positions dont il est question ainsi que les distances approximatives reliant l'une d'elle avec les stations les plus rapprochées ayant pu permettre de localiser les poissons situés en rive sud.

Problème 2 : définition incomplète de domaine vital et analyse des domaines vitaux

La définition de domaine vital ou «*home range*» tel que présentée dans le rapport pour déterminer la zone de présence par individu est incomplète. La définition utilisée est tirée de l'article de Burt (1943) «*I would restrict the home range to that area traversed by the individual in its normal activities of food gathering, mating, and caring for young. Occasional sallies outside the area, perhaps exploratory in nature, should not be considered as in part of the home range*». La notion d'excursion («*occasional sallies*») et donc de données décentrées est pratiquement absente dans l'analyse présentée, en utilisant un seuil de probabilité de Kernel de 90 +/- 5 % (Anderson 1982). Notons que plus le seuil de probabilité de Kernel s'approche du 100 %, plus la zone définie est large et imprécise, augmentant ainsi les probabilités que l'animal soit considéré dans le secteur ciblé (Anderson 1982).

En utilisant un seuil de probabilité de 95 %, la superficie du domaine vital créé par l'analyse par Kernel est surestimée et imprécise, comparativement à ce qui est utilisé de façon plus intensive (cœur du domaine vital) et qui pourrait correspondre à un attrait biologique réel, comme la recherche de partenaires ou le regroupement d'individus à des fins de reproduction. Un seuil de probabilité de 95 % correspond davantage à ce qui est disponible pour l'animal dans l'environnement immédiat.

De plus, dans l'analyse des domaines vitaux par individu, l'utilisation d'un très petit nombre de positions VPS, à partir de deux positions, implique qu'un important biais sera présent (Anderson 1982). Un nombre restreint de points implique un biais positif en termes de superficie, et beaucoup moins de précision dans la délimitation du domaine vital. Par conséquent, la taille du domaine vital sera surévaluée et couvrira des secteurs inutilisés par l'espèce.

Le fait de combiner l'ensemble des points pour l'ensemble des individus est une technique peu utilisée et n'est habituellement pas privilégiée dans l'identification des domaines vitaux. La technique de délimitation de domaines vitaux pour chaque individu, suivi de l'addition des domaines vitaux est celle qui doit être privilégiée. Le rapport ne fournit aucune précision sur une quelconque forme d'échantillonnage systématique des données. Börger *et al.* (2006) précisent que certaines études peuvent utiliser aussi peu que dix points de positionnement en validant la variance associée à différents schémas d'échantillonnage. Toutefois, le nombre de jours sur lesquels ces positionnements ont été tirés pour chaque individu se doit d'être standardisé afin de bien représenter le domaine vital d'un groupe d'individus pendant la période à l'étude. Sinon, l'analyse de domaine vital pourrait être incapable de discerner la réalité biologique d'utilisation de l'espace d'un échantillonnage mal conçu (Luca Börger, Swansea University, UK, comm. pers.). L'effort d'échantillonnage doit aussi être standardisé en termes du nombre de positionnements utilisé par individu aussi bien que dans la distribution de ces positionnements dans le temps. Par exemple, un positionnement pour un, deux ou trois jours sur les 30 jours couverts par l'analyse serait une distribution temporelle acceptable, limitant par le fait même l'autocorrélation des données. Un rééchantillonnage et une analyse de variance sont nécessaires afin de valider une approche par Kernel utilisant moins de 30 points de positionnement (Luca Börger, Swansea University, UK, comm. pers.).

Également, le fait de traiter et de présenter les trois années de façon simultanée nous empêche de pouvoir apprécier la superposition des domaines vitaux d'une année à l'autre et d'y voir une récurrence dans l'utilisation de l'habitat, ce qui donnerait plus de poids en termes d'importance biologique du site.

Une autre lacune des analyses est l'absence de comparaison entre les différentes zones. Le fait d'observer une concentration de données près de la zone portuaire pourrait être associé à un artefact du système, car les bornes réceptrices sont concentrées dans ce secteur et la distance entre les récepteurs ne permet pas de capter tous les poissons à l'extérieur de la zone d'étude. Il aurait été intéressant d'établir une zone de référence afin de mieux documenter statistiquement l'abondance des bars rayés près du quai.

En conclusion, en raison de l'absence d'analyse de variance de l'échantillonnage, du manque de précisions et de standardisation quant au régime d'échantillonnage et du très faible nombre de positionnements utilisés, il appert que les analyses de domaines vitaux présentées doivent être plutôt considérées comme une approximation de ce qui peut être utilisé par le bar rayé, et non comme une analyse robuste du domaine vital de l'espèce dans le secteur.

Problème 3 : calcul du temps de résidence peu fiable

Les comparaisons faites par le consultant du temps de résidence des bars rayés observés à Beauport avec le temps de résidence de bars rayés observés dans d'autres systèmes sont douteuses et peu fiables. Les raisons principales sont les différences d'échelle entre les études comparées et des méthodes de calcul du temps de résidence.

Dans le rapport (page 36), on tente de définir et comparer les temps de résidence des bars rayés pour différentes populations sans tenir compte des secteurs couverts et des méthodes employées entre les différentes études.

Dans l'étude de Douglas *et al.* (2009), les auteurs ont utilisé des points de référence géographiques pour déterminer le temps de résidence lorsque les individus se situaient à l'intérieur du secteur de fraie. Lorsqu'un individu passait un point préalablement défini et demeurait dans une section de plus de 15 km en amont de celui-ci, il était considéré comme étant sur la frayère, jusqu'à ce qu'il repasse en aval de ce point. Ainsi, l'échelle d'analyse, en

termes de taille du secteur et de temps de résidence, associée à l'étude de Douglas *et al.* (2009) ne permet aucunement de pouvoir comparer ce système avec celui du secteur de Québec. Si le secteur de Québec était pris dans son ensemble comme l'ont fait Douglas *et al.* (2009), les temps de résidence moyen des bars rayés, basés sur les données présentées dans le rapport du consultant, auraient été de près de deux semaines.

Dans l'étude de Carmichael *et al.* (1998), les auteurs ont eux aussi déterminé qu'un secteur entier était considéré comme habitat de fraie. Ce secteur est d'au moins 15 km linéaire sur la rivière Roanoke. Comme Douglas *et al.* (2009), les poissons suivis étaient considérés comme étant sur la frayère tant et aussi longtemps qu'ils ne repassaient pas en aval de ce secteur. Les temps de résidence étaient donc calculés comme la différence entre la date d'entrée et de sortie dans le secteur de la frayère.

Pour ce qui est de l'étude de Hocutt *et al.* (1990), les secteurs désignés comme région de fraie, sont des secteurs s'étendant sur plus de 40 km linéaire de rivière et incluent les portions d'eau douce et d'eau saumâtre. La portion d'eau douce précisée comme secteur de fraie est d'un minimum de 20 km linéaire de rivière. Ici encore, les poissons étaient considérés dans la région de fraie tant qu'ils n'étaient pas détectés en aval de cette région. De plus, les auteurs ont tenté de détecter plusieurs individus, sans nécessairement les détecter à chaque jour, pendant le maximum de 30 jours de résidence calculés. Le maximum de 30 jours correspond au temps séparant la première et la dernière détection d'un individu dans la région de fraie (portion eau douce et eau salée) et non pas à la somme des jours où un individu a été détecté. La mention de 30 jours consécutifs évoquée à la page 36 du rapport du consultant s'avère donc erronée, et porte à confusion lorsque mise dans le contexte des travaux réalisés dans le secteur à l'étude.

En résumé, les références fournies dans le rapport du consultant ne sont pas applicables telles quelles au système déployé dans le secteur de Beauport, et ce, pour les raisons suivantes :

- Le secteur considéré comme secteur de fraie dans la baie de Beauport est plus de cinq fois plus petit (en distance linéaire) que les secteurs étudiés dans les articles de référence, ce qui implique qu'un poisson est considéré en dehors du secteur de fraie beaucoup plus fréquemment dans le cas de la baie de Beauport que dans les autres études ;
- La méthode de calcul de temps de résidence est totalement différente. Dans les cas du système défini par le consultant, la méthode de calcul est très précise et additionne les événements de résidence des individus présents dans la baie de Beauport alors que les études citées en référence calculent les temps de résidence comme le temps séparant la première et la dernière détection d'un individu sur un secteur (ou région) de fraie.

L'ensemble de la section traitant de l'interprétation des temps de résidence est donc considérée comme invalide, car elle n'est appuyée par aucune référence scientifique en ce qui concerne :

- un temps de résidence minimal pour qu'une activité de fraie soit effective (i.e. qu'une femelle peut probablement venir sur un site de fraie, participer à la fraie et partir dans les heures/jours qui suivent). Comme aucune donnée n'est disponible sur ce sujet, il est impossible de pouvoir interpréter une présence d'une journée sur un site uniquement comme une présence expliquée par le passage d'un individu pour accéder à d'autres sites. Carmichael *et al.* 1998 émettent l'hypothèse que les femelles bougent sur les aires de fraie en fonction du degré de maturité des œufs. Hocutt *et al.* 1990 soulèvent la possibilité que le taux de maturité des œufs à l'intérieur des femelles conditionne probablement le temps de résidence sur la frayère, d'autant plus que Douglas *et al.* 2009 mentionnent le fait que les femelles, contrairement aux mâles, expulsent l'ensemble de leurs œufs d'un seul coup et quittent le secteur de fraie par la suite. Ainsi, ces informations suggèrent qu'il ne serait pas

surprenant de voir des femelles, probablement mûres et prêtes à se reproduire, rester seulement un ou quelques jours dans le secteur jusqu'à la ponte. À l'opposé, les mâles pouvant produire d'importante quantité de laitance ont intérêt, en terme de succès reproducteur, à demeurer sur place le plus longtemps possible, et ce, jusqu'à ce que leurs réserves de laitance soient épuisées. De plus, considérant la grande mobilité du bar rayé, le fait qu'il soit présent dans un secteur pendant plusieurs heures dénote déjà qu'il y a un intérêt biologique dans le secteur en question;

- des événements de résidence sur des frayères décrits dans la littérature, utilisant une méthodologie comparable.

Problème 4 : autocorrélation des données

Puisqu'aucun test statistique n'a été réalisé, l'utilisation de la somme des détections comme unité de comparaison ne tient pas compte du fait que les données de détections consécutives ne sont pas indépendantes et qu'elles sont autocorrélées. Ainsi, les conclusions basées sur une appréciation qualitative du nombre de détections à une station donnée sont biaisées par l'absence de correction ou de gestion adéquate des données autocorrélées.

Ce problème se pose aussi pour les analyses de domaines vitaux (Kernel) où l'ensemble des positions sont utilisées, bien qu'elles puissent également être autocorrélées. Une méthode alternative, comme un sous-échantillonnage, pourrait permettre de contourner ce problème.

Problème 5 : représentativité des données et interprétation

La valeur d'une statistique ou d'une conclusion issue d'un échantillon dépend de sa représentativité. Cette représentativité est cruciale, particulièrement lorsque les caractéristiques d'un échantillon peuvent influencer les conclusions recherchées. Ainsi, les auteurs ne valident, ni ne traitent des variables d'influence tels le site de marquage des poissons, le sexe des individus ou encore les types de comportements.

Le problème de représentativité est particulièrement évident dans les analyses d'aires d'utilisation (Kernel) où toutes les positions sont groupées sans tenir compte qu'elles aient été générées par des individus de passage ou par des individus à résidence plus longue, par des mâles ou par des femelles. Les auteurs mentionnent pourtant que la littérature scientifique suggère que les femelles et les mâles ont des comportements différents, les mâles demeurant souvent sur les sites de fraie pour des périodes plus longues que les femelles. Ainsi, les zones de concentration identifiées dans le rapport sont le résultat de 2 bars rayés mâles ayant généré à eux seuls 63 % des positions et pour lesquels il est indiqué que l'utilisation de l'habitat est représentative de l'ensemble des bars rayés observés. Ceci est surprenant puisqu'on indique dans le document que différents groupes ont été observés (de passage et résidents). De plus, cette généralisation s'appuie sur des données provenant exclusivement de mâles, les femelles n'ayant généré que très peu de données. Finalement, les informations de la carte 3 montrent que l'aire dans laquelle se trouvent les positions des autres poissons est pratiquement le double de celle attribuée aux 2 poissons dont il est question.

Problème 6 : manque de références scientifiques pour soutenir certaines conclusions sur le comportement de fraie des bars rayés dans la zone d'étude

Certaines conclusions avancées par le consultant sur le comportement du bar rayé dans l'aire d'étude ne sont pas appuyées par des références scientifiques valides. Le rapport mentionne que la répartition horaire uniforme de neuf géniteurs impliquerait qu'aucune activité de fraie ne se déroule. Or, il n'existe aucun consensus scientifique sur un moment horaire particulier pour la fraie du bar rayé (Annexe 1). De plus, on ne peut pas inférer une activité plus intense comme

la fraie à partir de la seule présence de bars rayés à un endroit donné. Ainsi, des géniteurs pourraient être tous présents dans un même secteur et avoir des pics d'activités à certains moments de la journée sans impact sur le niveau de détection.

En ce qui concerne la possibilité de fraie en fonction de la température de l'eau dans la zone d'étude, le rapport mentionne que les informations tirées de la littérature indiquent que la fraie du bar rayé se produit dans une gamme de température maximale variant de 12 à 22°C, tandis que le pic d'activité de fraie (ponte) se situerait davantage entre 15 et 19°C (Anonyme 2018). L'interprétation des résultats pour valider la possibilité de fraie dans la baie de Beauport met trop d'emphase sur la quasi absence de bars rayés marqués dans le secteur de Beauport durant la période pendant laquelle les températures de l'eau du fleuve sont dans la fourchette de température correspondant à la fraie du bar rayé, soit de 15 à 19°C selon la littérature, (Figures 9, 10 et 11 et Conclusion). Les informations disponibles pour la population de bar rayé de la rivière Miramichi (soit la population la plus avoisinante de celle du Saint-Laurent) (Tableau 1) montrent des variations interannuelles de la gamme des températures lors des activités de fraie, mais qui sont dans les valeurs inférieures de la fourchette de température indiquée dans le rapport pour des observations de bars rayés sur les sites de fraie ou reliées directement aux observations de fraie :

Tableau 1. Températures observées pendant des activités de fraie pour le bar rayé de la rivière Miramichi.

Température pour des activités de fraie	Références
présence de femelles sur le site de fraie à des températures moyennes journalières (site de fraie) de 12-14°C en 2004, 8-18°C en 2005	Douglas <i>et al.</i> (2009)
fraie à des températures de 12 à 19°C	MPO (2013)
fraie à des températures de 11 à 13°C	MPO (2014)
fraie à des températures de 14 à 17°C	MPO (2015)
fraie à des températures de 17°C	MPO (2016 et 2017b)

Le rapport indique aussi que le départ relativement hâtif des bars rayés à l'intérieur de la gamme de température de fraie (15-16°C selon les données du consultant) suggère la possibilité que ces géniteurs frayent en dehors de la zone couverte par les récepteurs. La littérature scientifique indique que le fait de quitter les frayères après avoir frayé est un comportement typique de l'espèce (Wingate *et al.* 2011, Callihan *et al.* 2015). Ainsi, l'observation d'une majorité d'individus qui quitte le secteur à des températures de 15-16°C, après avoir probablement effectué des comportements de fraie, est en accord avec la littérature.

3. De confirmer que le modèle hydrodynamique utilisé et que les prémisses du modèle sont adéquats pour simuler la dérive d'œufs de bar rayé et intègrent toutes les variables propres au fleuve Saint-Laurent.

L'examen de la méthode utilisée ne permet pas de confirmer avec une certitude raisonnable que le modèle hydrodynamique et le modèle d'advection-diffusion sont adéquats pour simuler la dérive des œufs dans le secteur étudié. Dans le cas du modèle hydrodynamique, il est difficile de juger de la qualité des simulations hydrodynamiques en raison du manque de détails sur les simulations présentées dans le rapport. Notamment, il n'y a pas d'information quant à la qualité de la simulation de l'amplitude de la marée (i.e. erreur sur l'amplitude) ni de la phase des marées hautes (erreur sur la concordance temporelle). Le maillage utilisé dans le secteur du port de Québec pour les données de courant produites par le modèle hydrodynamique est aussi

jugé trop grossier (250 m x 110 m) pour la dimension de l'aire d'étude. En fait, le modèle utilisé serait approprié à l'échelle régionale, mais pas à une échelle aussi fine que celle du secteur à l'étude. La grande taille des mailles du modèle entraîne une fausse diffusion qui élargit le panache de diffusion. De plus, les données de courants dans le modèle ont été validées avec les données provenant de l'atlas des courants de l'estuaire du Saint-Laurent produit par le Service hydrographique du Canada, ce qui cause une validation circulaire, puisqu'il s'agit essentiellement du même modèle ayant servi à produire les courants. Pour corriger ce biais, il serait important d'obtenir des validations de vitesse en zones d'écoulement (profondeur et vitesse) similaires à celles où les particules sont injectées dans le système afin de pouvoir estimer l'erreur.

Le modèle advection-diffusion utilisé pour simuler la dispersion des œufs est un modèle de déversement de contaminants (SPILLCALC) qui comporte plusieurs points problématiques pour la présente application. Dans ce type de modèle, l'effet du vent est considéré pour la dispersion à la surface. Toutefois, il est reconnu que les œufs ne flottent pas et ont tendance à couler au fond dans les premières heures après la ponte et atteindre par la suite une densité semblable à celle de l'eau. Par conséquent, l'effet du vent dans le modèle crée une fausse dispersion des œufs. L'utilisation du courant de surface plutôt que le courant moyen sur toute la colonne d'eau, a pour effet d'exagérer la propagation et la diffusion des œufs. Il est donc recommandé de calibrer et valider les coefficients de diffusion utilisés dans un milieu d'écoulement aussi complexe que le secteur de Québec du fleuve Saint-Laurent. Pour ce faire, l'utilisation de mesures directes de vitesse de courant en fonction de la profondeur serait à préconiser pour un contexte représentatif au niveau de la zone d'injection. Par ailleurs, les simulations présentées sur un cycle de 72 heures n'apparaissent pas adéquates, car il est documenté que le temps d'incubation durant la période de fraie est de 48 heures. En conclusion, pour que cette modélisation soit valable, elle devrait être refaite sans diffusion (advection uniquement) et sur une période de 48 heures avec une grille hydrodynamique plus dense surtout dans le secteur d'injection.

Conclusions

L'examen des méthodes utilisées, des analyses, des résultats et l'interprétation présentés ne permettent pas avec une certitude raisonnable de confirmer la présence d'une frayère dans la rivière Etchemin. Les conclusions tirées par le consultant sur les résultats des analyses d'ADNe sont hâtives, car elles ne sont pas appuyées sur des éléments de preuve solides. D'abord, la présence d'ADNe ne permet pas de statuer sur l'abondance du poisson et il n'est pas possible de déterminer si l'ADNe recueilli provient de géniteurs ou d'individus immatures. Deuxièmement, on a signalé une seule journée d'observation de clapotis, sans être en mesure d'établir avec une certitude raisonnable l'espèce en présence (possibilité que les clapotis soient reliés à la présence d'aloses savoureuses). Finalement, la présence d'œufs et de larves de bars rayés n'a pas été observée lors d'une campagne d'échantillonnage faite en 2017. L'ensemble de ces observations ne permettent pas d'appuyer la présence d'une frayère dans le secteur de l'embouchure de la rivière Etchemin.

Quant au suivi télémétrique, considérant les nombreuses erreurs méthodologiques, le manque de standardisation du système expérimental déployé, la faible rigueur scientifique dans l'élaboration de l'analyse par Kernel, l'absence d'interprétation des résultats appuyée par des références scientifiques solides et adéquates, nous recommandons de ne pas utiliser les zones de répartition présentées dans le rapport afin de modifier l'habitat essentiel à des fins de reproduction. Par contre, les résultats des analyses caractérisant les concentrations de

présence de bars rayés ajoutent aux connaissances qui ont servi antérieurement à identifier le secteur de la baie de Beauport comme aire importante pour la reproduction.

Les informations présentées sur le modèle hydrodynamique de la dispersion des œufs ne permettent pas d'affirmer qu'il s'agit d'un modèle adéquat pour ce type d'analyse. Le manque de détails sur les simulations réalisées pour le modèle hydrodynamique limite l'interprétation qu'on peut en faire. De plus, le type de modèle utilisé pour l'advection-diffusion (modèle pour le transport de contaminant) et la validation de celui-ci ne sont pas appropriés, d'autant plus que l'utilisation de certaines prémisses tels que l'effet du vent, des courants de surface, de la flottaison des œufs rendent inacceptables les conclusions du modèle.

En conclusion, aucune des trois questions soulevées ne peut être confirmée avec certitude raisonnable après examen des informations contenues dans les deux rapports soumis.

Collaborateurs

Nom	Affiliation
Bérubé, Marthe	MPO, Gestion des écosystèmes, Région du Québec
Bérubé, Sophie	MPO, Gestion des écosystèmes, Région du Québec
Bourque, Jean-François	Englobe
Castonguay, Martin	MPO, Sciences, Région du Québec
Chaput, Gérald	MPO, Sciences, Région du Golfe
Côté, Guillaume	MFFP
Cyr, Charley	MPO, Sciences, Région du Québec
Deslauriers, David	MPO, Sciences, Région du Centre et de l'Arctique
Gagné, Nellie	MPO, Sciences, Région du Golfe
Gauthier, Jean	Tétratech
Gendron, Marc	Englobe
Hill, Jaclyn	MPO, Sciences, Région du Québec
Hospital, Aurélien	Tétratech
La Haye, Michel	Enviro Science et Faune
Lefavre, Denis	MPO, Sciences, Région du Québec
Legault, Michel	MFFP
L'Italien, Léon	MFFP
Morin, Jean	ECCC
Pouliot, Gontrand	MPO, DRGÉ, Région du Québec
Robert, Dominique	UQAR-ISMER
Simard, Émilie	MPO, Sciences, Région du Québec
Sirois, Pascal	Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)
Valentin, Alexandra	MPO, Gestion des écosystèmes, Région du Québec
Valiquette, Éliane	MFFP
Velasquez, Sandra	MPO, Sciences, Région du Québec

Approuvé par

Yves de Lafontaine
Directeur régional, Sciences
Région du Québec
Pêches et Océans Canada

Date : 3 décembre 2018

Sources de renseignements

- Anonyme. 2017. Compilation des résultats obtenus lors des études externes sur le bar rayé dans le cadre du projet Beauport 2020. Rapport préparé par La Haye, M. et M. Gendron et présenté à l'Administration portuaire de Québec. 35 pages et annexes.
- Anonyme. 2018. Suivi télémétrique des bars rayés 2015-2017. Rapport préparé par Englobe et présenté à l'Administration portuaire de Québec. 51 pages.
- Anderson, D. J. 1982. The home range: a new nonparametric estimation technique. *Ecology* 63:103-112.
- Börger, L., Franconi, N., De Michele, G., Gantz, A., Meschi, F., Manica, A., Lovari, S., and Coulson, T.I.M. 2006. Effects of sampling regime on the mean and variance of home range size estimates. *J. Anim. Ecol.* 75: 1393-1405.
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *J. Mamm.* 24: 346-352.
- Callihan, J.L., Harris, J.E., and Hightower, J.E. 2015. Coastal migration and homing of Roanoke River Striped Bass. *Mar. Coast. Fish.* 7(1):301-315.
- Carmichael, J. T., Haeseker, S. L. et Hightower, J. E. 1998. Spawning migration of telemetered striped bass in the Roanoke River, North Carolina. *Trans. Am. Fish. Soc.* 127(2): 286-297.
- COSEPAC. 2012. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le bar rayé \(*Morone saxatilis*\) au Canada](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xx + 86 p.
- Côté, C.L. 2012. Caractérisation de l'habitat utilisé par les larves et les juvéniles issus de la nouvelle population de bars rayés de l'estuaire du Saint-Laurent sur la rive sud entre Montmagny et Rivière-Ouelle durant la saison de croissance 2011. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise Faune-Forêts-Territoire, Direction générale du Bas-Saint-Laurent. 60 p.
- Douglas, S. G., Chaput, G., Hayward, J., et Sheasgreen, J. 2009. Prespawning, spawning, and postspawning behaviour of striped bass in the Miramichi River. *Trans. Am. Fish. Soc.* 138(1): 121-134.
- Hocutt, C. H., Seibold, S. E. Harrell, R. M., Jesien, R. V. et Bason, W. H. 1990. Behavioral observations of striped bass (*Morone saxatilis*) on the spawning grounds of the Choptank and Nanticoke rivers, Maryland, USA. *J. Appl. Ichthyol.* 6(4):211-222.
- Jossart, J., Nemeth, R.S., Primack, A., et Stolz, R. 2017. Extreme passive acoustic telemetry detection variability on a mesophotic coral reef, United States Virgin Islands, *Mar. Biol.* 164:180.
- Kessel, S.T., Cooke, S.J., Heupel, M.R., Hussey, N.E., Simpfendorfer, C.A., Vagle, S. et Fisk, A.T. 2014. A review of detection range testing in aquatic passive acoustic telemetry studies. *Rev. Fish Biol. Fisheries.* 24: 199-218.
- Loher, T., Webster, R.A., et Carlile, D. 2017. A test of the detection range of acoustic transmitters and receivers deployed in deep waters of Southeast Alaska, USA. *Animal Biotelemetry* 5:27.

- MPO. 2011. [Programme de rétablissement du bar rayé \(*Morone saxatilis*\), population de l'estuaire du Saint-Laurent, Canada](#). Série des programmes de rétablissement publiés en vertu de la Loi sur les espèces en péril. Ottawa : Pêches et Océans Canada. xi + 52 p.
- MPO. 2013. [Mise à jour de 2012 sur l'abondance des reproducteurs et les caractéristiques biologiques du bar rayé \(*Morone saxatilis*\) du sud du golfe du Saint-Laurent](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2013/010.
- MPO. 2014. [Prises de la pêche récréative, abondance de reproducteurs et caractéristiques biologiques du bar rayé \(*Morone saxatilis*\) du sud du golfe du Saint-Laurent en 2013](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2014/015.
- MPO. 2015. [Prises de la pêche récréative, abondance de reproducteurs et caractéristiques biologiques du bar rayé \(*Morone saxatilis*\) du sud du golfe du Saint-Laurent en 2014](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2015/011.
- MPO. 2016. [Abondance de reproducteurs et caractéristiques biologiques du bar rayé \(*Morone saxatilis*\) du sud du golfe du Saint-Laurent en 2015](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2016/017.
- MPO. 2017a. [Information à l'appui de la désignation de l'habitat essentiel du bar rayé \(*Morone saxatilis*\) du fleuve Saint-Laurent](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2017/001.
- MPO. 2017b. [Abondance de reproducteurs et caractéristiques biologiques du bar rayé \(*Morone saxatilis*\) du sud du golfe du Saint-Laurent en 2016](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2017/012.
- Smith, F. 2013. [Understanding HPE in the VEMCO Positioning System \(VPS\), V1.0](#). Document # DOC-005457-01, 31 p.
- Valiquette, E., Legault, M., et Harvey, V. 2016. État référence de la faune aquatique et de ses habitats dans le secteur du pont de l'Île d'Orléans : rapport final. Première partie – Description physique et inventaires biologiques, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de la gestion de la faune et des habitats, Direction de l'expertise sur la faune aquatique, Québec, xxviii + 199 p.
- Wingate, R. L., Secor, D. H., and Kraus, R. T. 2011. Seasonal patterns of movement and residency by Striped Bass within a subestuary of the Chesapeake Bay. *Trans. Am. Fish. Soc.* 140:1441–1450.

Annexe 1

Tableau A.1. Chronologie horaire de la fraie du bar rayé selon la littérature

Chronologie horaire	Références
Généralement la nuit	Fish, F.F., and McCoy, E.G. 1959. The river discharge required for effective spawning by striped bass in the rapids of the Roanoke River, North Carolina. N.C. Wildl. Resour. Comm., Raleigh. 33 pp.
Aucune différence dans la moyenne d'œufs/heure sur 24 heures	McCoy, E. G. 1959. Quantitative sampling of striped bass, <i>Roccus saxatilis</i> (Walbaum), eggs in the Roanoke River, North Carolina. Master's thesis. North Carolina State University, Raleigh. Kernehhan, R. J., Smith, R. E., Tyler, S. L. and Brewster, M. L. 1976. Ichthyoplankton. Volume II. In Ecological studies in the vicinity of the proposed Summit Power Station, January through December 1975, 669 p. Ichthyological Associates, Inc., Box 286, RD # 1, Middletown, DE 19709
Fin de l'après-midi –début de soirée	Sheridan, J. R., Domrose, R. J. and Wollitz, R. E. 1960. Striped bass spawning investigations. Pages 32-43 in Virginia's Dingell-Johnson Projects. Commission of Game and Inland Fisheries, Warmwater Fisheries Management Investigations, Annual Progress Report for Federal Aid Project No. F-5-R-6, Richmond, Virginia.
55,5 % des œufs pondus le jour, 45,5 % la nuit	May, O. D., Jr., and Fuller, J. C. Jr. 1965. A study on striped bass egg production in the Congaree and Wateree Rivers. Proc. 16th Ann. Conf. Southeast. Assoc. Game Fish Comm. 1962:285-301.
Surtout pendant l'après-midi, très peu la nuit	Dudley, R. G., Mullis, A. W. and Terrell, J. W. 1977. Movements of adult striped bass (<i>Morone saxatilis</i>) in the Savannah River, Georgia. Trans. Am. Fish. Soc. 106: 314-322. Hampton, K. E., Wenke, T. L., and Zamrzla, B. A. 1988. Movements of adult striped bass tracked in Wilson Reservoir, Kansas. Prairie Naturalist 20:113–125. Henley, D. T. 1993. Seasonal movement and distribution of striped bass in the Ohio River. Proceedings of the Ann. Conf. Southeast. Ass. Fish Wildlife Agencies 45(1991):370–384.
Fin de l'après–midi/début de soirée, mais aussi fin de la nuit/tôt au matin	Bain, M. B., and Bain, J.L. 1982. Habitat suitability index models: Coastal stocks of striped bass. U. S. Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services, Report No. FWS/OBS-82/10.1, Washington, D.C.

Chronologie horaire

Références

Un pic la nuit, mais aussi au lever et
coucher du soleil

Wilkerson, M. L., and Fisher, W. L. 1997. Striped bass
distribution, movements, and site fidelity in Robert S.
Kerr Reservoir, Oklahoma. *North Am. J. Fish. Manag.*
17:677–686

Un pic entre 21h et 24h et entre 9h00 et
12h00

Rulifson, R.A., Tull, K.A., 1999. Striped bass spawning in a
tidal bore river: the Shubenacadie estuary, Atlantic
Canada. *Trans. Am. Fish. Soc.* 128, 613–624.

69 % des œufs pondus entre 13h et 23h

Baker W. P, Boxrucker, J. and Kuklinski, K. E. 2009.
Determination of Striped Bass Spawning Locations in
the Two Major Tributaries of Lake Texoma, *North Am. J.*
Fish. Manag. 29:4, 1006-1014.

Le présent rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Québec
Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
C.P. 1000,
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

Téléphone : 418-775-0825

Courriel : bras@df-mpo.gc.ca

Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-3815

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2019



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2019. Analyse et évaluation des résultats obtenus lors des études sur le bar rayé, réalisées pour le compte de l'Administration portuaire de Québec dans le cadre du projet Beauport 2020. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2019/002.

Also available in English:

DFO. 2019. Analysis and evaluation of the results of studies on the striped bass, conducted on behalf of the Québec Port Authority as part of the Beauport 2020 project. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2019/002.