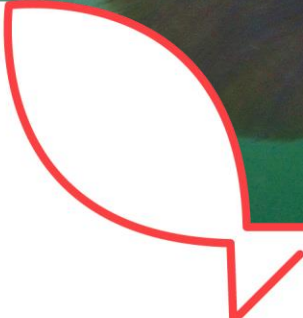




Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs



Revue de littérature sur la répartition, les déplacements et l'utilisation de l'habitat par le segment subadulte du bar rayé

Juin 2019

Québec 

Ce document a été produit dans le cadre de l'Entente Canada-Québec sur les espèces en péril.

Référence à citer :

MORISSETTE, O. 2019. *Revue de littérature sur la répartition, les déplacements et l'utilisation de l'habitat par le segment subadulte du bar rayé*, pour le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et Pêches et Océans Canada, Québec, IV + 19 p.

Photo de la couverture : Michael L. Haring

© Gouvernement du Québec

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2019

ISBN (PDF) : 978-2-550-84406-8

Table des matières

Table des figures	IV
Contexte	1
Période subadulte.....	1
Subadulte : une définition.....	1
Taille et âge à maturité.....	2
Utilisation d'habitats.....	4
Impacts des facteurs abiotiques.....	5
Impacts des facteurs biotiques.....	7
Échantillonnage	10
Conclusion	13
Références	15

Table des figures

Figure 1. Nombre de publications concernant le bar rayé, séparées par stades de vie	2
Figure 2. Taille à l'âge moyen des bars rayés de la côte est de l'Amérique du Nord	3
Figure 3. Température et profondeurs moyennes occupées par six bars rayés subadultes entre avril et novembre.....	5
Figure 4. Distribution des captures de bars rayés par engins de pêche	10
Figure 5. Répartition des tailles de captures par un chalut à panneaux de 4,9 m et fascine selon la taille et le mois dans la baie de la Delaware.....	12

Contexte

Jusqu'ici, des efforts considérables ont été déployés pour identifier et caractériser les habitats de reproduction et d'alevinage du bar rayé du fleuve Saint-Laurent, en plus d'examiner la répartition spatiotemporelle des adultes. Néanmoins, les connaissances sur l'habitat du segment subadulte (juvéniles de un à trois ans) de cette population demeurent limitées. Ce manque de connaissances sur l'habitat des subadultes restreint notre capacité à préparer un programme d'acquisition de connaissances adapté à ces stades de vie. Comme une littérature scientifique abondante existe sur les populations de bar rayé de la côte est américaine, une revue de littérature sur le sujet s'avère plus que pertinente pour orienter les périodes d'échantillonnage et les techniques appropriées qui auront à être utilisées pour identifier l'habitat des individus de ces stades de vie dans le fleuve Saint-Laurent.

Période subadulte

Subadulte : une définition

De prime abord, il convient de bien définir la période de vie que concerne le terme subadulte. Cette période de vie correspond à celle des individus répondant à deux critères : (1) ce ne sont pas des jeunes de l'année et (2) ils n'ont pas encore atteint leur maturité sexuelle. Ils correspondent donc à une portion limitée du cycle de vie du bar rayé. Ce stade de vie est aussi caractérisé par une certaine variabilité, considérant que la taille et l'âge à maturité peuvent varier entre les populations, selon le taux de croissance de la population. Cette question sera d'ailleurs traitée dans la section suivante.

Au sein de la littérature scientifique, ce stade de vie peut être nommé de plusieurs façons différentes. Le terme anglais « *sub-adults* » (ou « *subadult* ») reste le plus courant. Cependant, au fil des lectures, les termes « *small striped bass* » (petits bars rayés) et « *immature bass* » (bars immatures) apparaissent comme des équivalents de subadulte. Une revue de la littérature abordant spécifiquement le sujet des bars rayés subadultes constitue un défi particulier. Premièrement parce que le stade de vie peut, dans certains cas, être confondu avec le stade juvénile ou y être imbriqué. Ce stade se définit plutôt par le stade entre la métamorphose larvaire (acquisition des caractéristiques propres d'un poisson adulte : écailles, nageoires...) et la maturité sexuelle (Kendall et coll., 1984). De plus, le stade subadulte est nettement sous-représenté dans la littérature scientifique (fig. 1). En effet, Ferry et Mather (2012) mentionnent que malgré la popularité du bar rayé comme poisson « sportif », nous disposons de peu de connaissances sur les classes de tailles les plus communes de la population (de 375 à 475 mm) qui sont composées des subadultes et des adultes de petite taille.

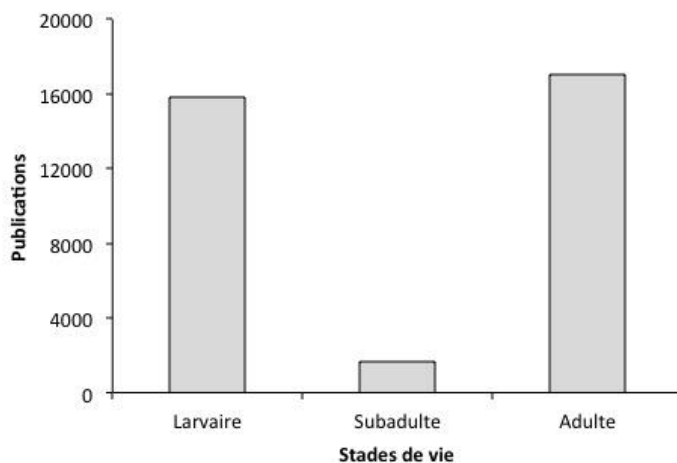


Figure 1. Nombre de publications concernant le bar rayé, séparées par stades de vie. Nombre de résultats à la suite des requêtes faites au moteur de recherche scientifique Google Scholar (publications antérieures à 2017).

Ce déséquilibre entre le faible nombre de publications sur le stade subadulte et les publications sur les autres stades peut venir du fait que les bars rayés subadultes représentent un défi tant biologique que technique. Comme nous le verrons dans cette revue, la désignation du stade subadulte est variable et dépend des conditions dans lesquelles la population réside. Cela empêche une généralisation des balises de désignation du stade de vie sur toute l'aire de répartition. Les conditions environnementales optimales des subadultes diffèrent de celles des adultes ou des larves. Cela mène également à des comportements migratoires parfois différents des adultes, qui se reflètent dans leur utilisation des habitats. La gamme de tailles auxquelles correspondent les subadultes favorise un évitement des engins de pêche traditionnellement utilisés par les scientifiques des pêcheries. Les subadultes sont assez grands et ont une puissance natatoire suffisante pour éviter les filets ichthyoplanctoniques et trop petits pour être efficacement capturés par les filets maillants expérimentaux. De plus, dans une majorité des populations sur la côte est américaine les subadultes sont sous les tailles minimales de capture et doivent être remis à l'eau par les pêcheurs sportifs. Cela les exclut des études basées sur l'effort de capture bénévole des pêcheurs sportifs et des études de marquage–capture–recapture. Les connaissances sur les bars rayés subadultes restent donc fragmentaires, mais primordiales.

Taille et âge à maturité

La définition et les balises du stade subadulte au sein d'une population sont fortement liées à l'âge et à la taille à maturité (fig. 2) au sein de cette population. Cela découle en particulier du fait que quelques auteurs suggèrent une variation latitudinale dans l'âge et la taille à maturité chez les populations de bars rayés de la côte est américaine (Trépanier et Robitaille, 1996). En effet, il est possible d'observer une variation nord-sud dans la maturité sexuelle du bar. Merriman (1941) note que 25 % des femelles en

Caroline du Nord (Albemarle Sound) sont matures à l'âge de 4 ans, ce pourcentage grimpe à 75 % à 5 ans et 95 % à 6 ans. Aucune femelle n'a été identifiée comme mature entre l'âge de 1 et 3 ans. Toujours en Caroline du Nord, lors des saisons de pêche commerciale 1957 et 1958, respectivement 78 % et 94 % des femelles de 4 ans capturées dans le système Albemarle Sound–Roanoke River étaient matures (Lewis, 1962). Une reprise des données de Merriman confirme que l'âge à 50 % de maturité des femelles en Caroline du Nord est de 4,6 ans, ainsi que de 5,8 ans à 95 % de maturité (Berlinsky et coll., 1995). Berlinski démontre par le fait même que les femelles capturées au large du Connecticut sont matures à 50 % plutôt à 5,3 ans et n'atteindront 95 % de maturité qu'à 6,9 ans en moyenne. Ces observations sont conséquentes avec ce qui est observé dans le golfe du Maine, où la maturation des femelles a lieu entre 4 et 8 ans (Klein-MacPhee, 2002). Finalement, l'âge et la taille à maturité moyens observés chez les femelles de 2002 à 2009 dans le fleuve Saint-Laurent étaient de 3,2 ans et de 531,4 mm (Pelletier et coll., 2011).

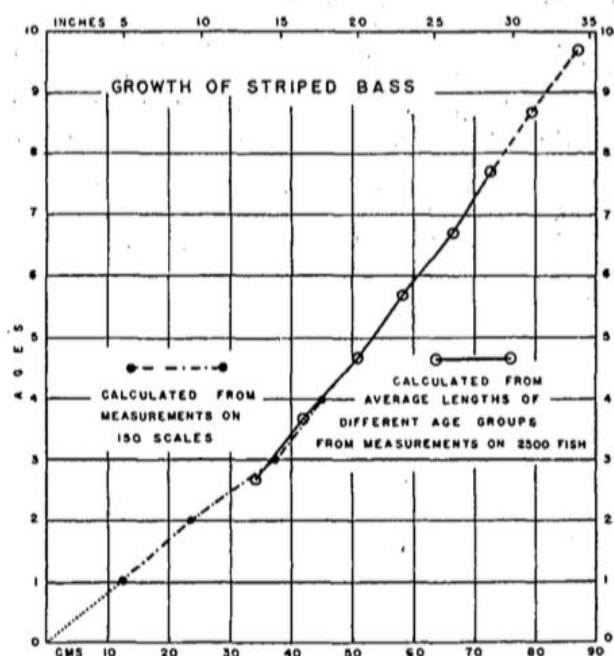


Figure 2. Taille à l'âge moyen des bars rayés de la côte est de l'Amérique du Nord (Merriman, 1941).

De plus, le sexe est aussi une variable importante de la détermination, puisqu'un fort dimorphisme sexuel existe chez les bars rayés en ce qui concerne l'âge et la taille à maturité sexuelle. Typiquement, les bars rayés mâles sont matures plus précocement que les femelles. La croyance générale dicte que les mâles ne sont pas matures avant 3 ans et les femelles avant 5 ou 6 ans (Trépanier et Robitaille, 1996). À propos, en Caroline du Nord une majorité de mâles étaient matures dès l'âge de 2 ans et pratiquement tous les mâles étaient matures à 3 ans (Merriman, 1941). Cela est donc conséquent avec l'âge à maturité observé dans la baie de Chesapeake, où 100 % des mâles sont matures à 3 ans. Au Massachusetts, les

mâles sont aussi matures dès l'âge de 2 ans et pas plus tard qu'à 4 ans (Klein-MacPhee, 2002). Finalement, l'âge et la taille à maturité moyens observés dans le fleuve Saint-Laurent chez les mâles sont de 2,8 ans et de 471,9 mm (Pelletier et coll., 2011). Il est donc possible d'observer que les mâles ont une maturation moins variable que les femelles, et ce, pour toute l'aire de répartition. D'une manière générale, on peut en conclure qu'il est très peu probable de trouver des mâles qui ne sont pas matures après 3 ans et que tous les mâles de 4 ans et plus sont matures, cela sur toute l'aire de répartition est américaine du bar rayé.

Les données d'âge et de taille à maturité observés au début des années 2000 dans le fleuve Saint-Laurent semblent donc hors norme ; elles présentent une maturité précoce particulièrement chez les femelles. En plus d'être exceptionnelle par rapport à la tendance latitudinale observée dans l'aire de répartition, la population réintroduite du Saint-Laurent diffère de la population historique. Comparativement, dans la population historique les mâles n'étaient pas matures avant 3 ans (300 mm) et les femelles vers 4 ou 5 ans (400 mm). Pelletier et collaborateurs (2011) suggèrent que cette précocité dans la maturation chez les bars de la population réintroduite pourrait être liée à son taux de croissance plus élevé. Nous pouvons ainsi généraliser que les subadultes dans le fleuve Saint-Laurent seraient, indépendamment de leur sexe, des bars de 3 ans et moins n'atteignant pas plus de 450 mm. Cependant, certaines femelles de 4 ans et plus et de moins de 500 mm risquent également d'être immatures. Cette observation d'une maturité précoce pourrait aussi être liée à la biologie de la colonisation de la population de bar rayé du fleuve Saint-Laurent. En effet, la phase de colonisation du bar peut se comparer à celle d'une espèce colonisant de nouveaux milieux, de par sa nature exponentielle. Les espèces en colonisation démontrent généralement une certaine plasticité phénotypique, influençant notamment les caractères de maturation. Généralement, ces espèces démontrent une maturité sexuelle hâtive et un taux de croissance élevé (Fox et Copp, 2014; Russell et coll., 2012; Rypel, 2014).

Utilisation d'habitats

Le bar rayé est une espèce fortement liée aux habitats estuariens, et ce, à tous ses stades de vie. Jusqu'à la période de migration côtière, les jeunes bars rayés fréquentent des habitats variés. Notamment, les herbiers de zostères marines (*Zostera marina*) sont décrits comme des habitats importants pour les bars larvaires, mais aussi subadultes (Bologna, 2007; Joseph et coll., 2006). Cependant, la forte sensibilité aux perturbations de ces habitats a causé d'importantes diminutions de leurs nombres sur les rivages de nombreux estuaires nord-est américains (Hastings et coll., 1995, Short et Wyllie-Echeverria, 1996). Considérant la relative stabilité des stocks de bars, les herbiers ne sont vraisemblablement pas les seuls habitats fréquentés par le bar rayé. Il est donc important de décrire plus finement l'habitat des bars subadultes, mais aussi les conditions qui les caractérisent. Effectivement, la distribution des bars au sein

des habitats estuariens semble influencée par de nombreux facteurs tant abiotiques que biotiques, qui seront détaillés dans la présente section.

Impacts des facteurs abiotiques

Quelques facteurs clés dictent la distribution des bars rayés subadultes. On reconnaît que la position amont/aval, la salinité, la température de l'eau, l'oxygène dissout et, dans une certaine mesure, les types de sédiments sont liés à la présence des bars (O'Connor et coll., 2012). D'une manière générale, une température élevée et une faible concentration en oxygène révoltent les jeunes bars rayés (Mather et coll., 2009). Durant l'été, les bars subadultes sont restreints à une zone suffisamment fraîche et oxygénée, qui peut être de volume variable selon les conditions (Coutant et Benson 1990). La marée et les courants sont aussi des facteurs affectant la distribution, mais plutôt parce qu'ils modulent la migration intraestuarienne et extraestuarienne des bars rayés. Cet aspect sera traité dans la section concernant les mouvements migratoires des subadultes.

Température de l'eau et oxygène dissout

Puisque la qualité de l'eau affecte la survie des poissons, il est évident que la qualité de l'habitat passera tout d'abord par les deux facteurs limitant la survie, soit la température et l'oxygène dissout. Certains auteurs affirment que la distribution et la sélection des habitats chez les subadultes sont guidées soit par la préférence thermique seule, ou de concert avec l'oxygène dissout (Coutant et Benson, 1990). La température optimale des bars rayés subadultes se situe entre 20 °C et 24 °C, mais jamais au-delà de 25 °C (Coutant et Benson, 1990). Les bars rayés ne semblent pas pouvoir être trouvés de façon constante à des températures supérieures à 25 °C–27 °C (Merriman, 1941). La gamme de température optimale pour les bars rayés semble aussi diminuer de manière ontogénique (de concert avec la taille et l'âge). Lors de leur première année de vie, les juvéniles ont une température optimale voisine de 26 °C. Celle-ci diminue entre 20 °C et 24 °C pour les subadultes, se situant entre 20 °C et 22 °C pour les adultes (Coutant et Carroll, 1980).

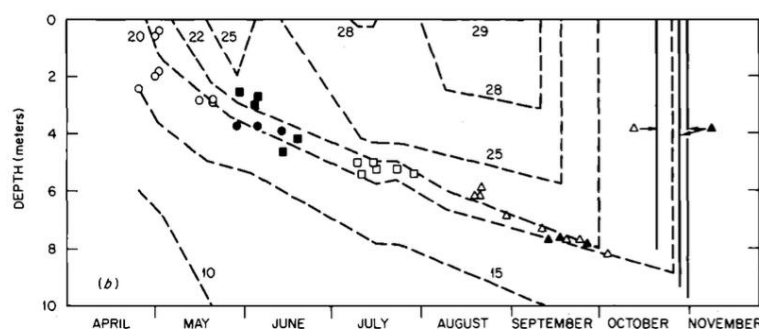


Figure 3. Température et profondeurs moyennes occupées par six bars rayés subadultes entre avril et novembre (Coutant et Carroll, 1980).

De concert avec la température, l'oxygène dissout dans les habitats estuariens semble affecter la préférence d'habitats des bars subadultes. Il est reconnu par certains auteurs qu'ils éviteront les zones hypoxiques (saturation d'oxygène < 50 %), ce qui équivaut *grosso modo* à une concentration d'oxygène dissout sous la barre des 2 à 3 mg/L (Coutant et Benson, 1990; Merriman, 1941).

Salinité

Les bars rayés, et particulièrement leur stade de vie subadultes, ont été décrits comme une espèce qui a une forte préférence pour les milieux d'eaux saumâtres (Martino, 2008; Secor et Piccoli, 1996), particulièrement les zones oligohalines (entre 2 et 14 ppt) et mesohalines (entre 11 et 18 ppt). Une étude de marquage téléométrique dans la rivière Patuxent montre un fort patron d'utilisation de la zone oligohaline (Wingate et coll., 2011). Dans la baie de la Delaware, la salinité médiane à laquelle les subadultes ont été trouvés est 4 ppt (Able et coll., 2007). Ces observations sont conséquentes avec celles faites dans la rivière Hudson où les bars de 1 à 3 ans se retrouvent dans les eaux aux salinités entre 2 et 12 ppt (Dovel, 1989). Dans la rivière Delaware, les subadultes sont les plus abondants en amont de l'interface des eaux douces et salées (Wainright et coll., 1996). Même dans les zones d'introduction de la Californie comme l'estuaire Sacramento–San Joaquin, on observe les jeunes bars se retrouvant dans la zone de rencontre des eaux douces et salées (Turner et Chadwick, 1972). Dans le Saint-Laurent, des observations récentes (de 2010 à 2012) ont montré que les bars de 1 an + occupaient majoritairement les habitats d'eaux oligohalines et mesohalines, bien qu'un contingent peuplant exclusivement les zones d'eaux douces a aussi été identifié (Morissette et coll., 2015).

Profondeur

La profondeur des habitats semble aussi avoir une influence sur la distribution des subadultes. Conséquemment, la majorité des subadultes sont présents dans les habitats à proximité de la berge (profondeur de 5,5 à 9 m). Cependant, leur abondance décroît avec la profondeur pour atteindre un minimum dans la strate de 18 à 27 m (Able et coll., 2007). Dans la rivière Miramichi, au Nouveau-Brunswick, les bars juvéniles habitent en préférence les zones peu profondes (de 1 à 6 m) en marge des berges (Robichaud-LeBlanc et coll., 1998). C'est aussi ce qui avait été observé dans la population historique du Saint-Laurent, où l'on décrivait la population comme fréquentant « surtout les hauts-fonds, le pourtour des îles, des îlots et des récifs et les eaux peu profondes » (Beaulieu, 1985; Robitaille, 2010).

Sédiments

La majorité des subadultes capturés dans la rivière Hudson, aux États-Unis, sont trouvés dans des habitats aux sédiments qui sont un mélange de boue, de sable, de graviers et de roches (Merriman, 1941). Cependant, ceux-ci sont rarement capturés dans les habitats de vases molles (Setzler et coll., 1980). En estuaire, les bars rayés se trouvent le long des plages sablonneuses et dans les baies peu

profondes le long des côtes rocheuses. Cependant, l'influence du substrat sur la distribution est débattue. Certains auteurs suggèrent que le substrat est une composante négligeable de la sélection d'habitats chez les bars subadultes (Dovel, 1989).

Impacts des facteurs biotiques

Distribution des proies potentielles

Deux grands facteurs biotiques dictent l'utilisation d'habitats des bars rayés subadultes : la distribution des proies potentielles et les comportements migratoires de leurs congénères. Bien que le bar rayé soit considéré comme une espèce omnivore et opportuniste, les subadultes démontrent une sélectivité importante pour différentes proies (Rudershausen et coll., 2005). Nos connaissances sur la diète de ces bars viennent majoritairement d'analyses de contenus stomacaux des bars des grandes populations américaines (la baie de Chesapeake, le détroit d'Albemarle et la rivière Delaware). Bien que certaines proies ne soient pas présentes au Québec, ces informations peuvent nous donner une idée générale de la diète des bars subadultes. À l'image de cette période dans la vie des bars rayés, la diète des subadultes est très dynamique, ce qui provient de la modification ontogénique de la diète (Robichaud-LeBlanc et coll., 1998; Robitaille et coll., 2011). En effet, il y aurait une relation linéaire entre la taille des proies et des bars rayés, et ce, sur toute son aire de répartition (Overton et coll., 2009; Pelletier et coll., 2011; Rudershausen et coll., 2005).

Dès le début de leur alimentation exogène, les bars de l'année consomment majoritairement des invertébrés benthiques, et ce, jusqu'à la fin de leur premier été (Hartman et Brandt, 1995; Rudershausen et coll., 2005). Les contenus stomacaux révèlent que ces proies invertébrées sont majoritairement composées de vers polychètes et de crevettes grises de sable (*Crangon septemspinosa*). À l'hiver, la diète semble se modifier vers les gammarides et mysidacés qui seront remplacés progressivement par les poissons durant le printemps (Hartman et Brandt, 1995). Ce changement vers une diète piscivore semble s'opérer durant le premier hiver ou le printemps suivant. Effectivement, les bars de 1 an deviendront essentiellement piscivores entre les mois de mai et d'octobre (Manooch, 1973).

Lorsque les subadultes deviennent piscivores, les aloses tyrans (*Brevoortia tyrannus*) et les anchois américains (*Anchoa mitchilli*) sont les poissons les plus communs de leur diète (Griffin et Margraf, 2003; Hartman et Brandt, 1995). En plus de ces deux espèces, les stades juvéniles des tambours croca (*Leiostomus xanthurus*) et des tambours brésiliens (*Micropogonias undulatus*) sont aussi communs dans la diète des subadultes (Overton et coll., 2009). Finalement, les plus grands bars peuvent aussi consommer des barets (*Morone americana*) de un an de façon régulière (Hartman et Brandt, 1995). Dans les populations canadiennes, et principalement dans le fleuve Saint-Laurent, ces proies se retrouvent dans la diète des bars subadultes si elles sont présentes. Les principales proies observées dans les

contenus stomacaux des bars du fleuve Saint-Laurent sont : l'éperlan (*Osmerus mordax*); l'alose savoureuse (*Alosa aestivalis*); le gaspareau (*Alosa pseudoharengus*); le hareng atlantique (*Clupea harengus*); la plie (*Pseudopleuronectes americanus* et *Liopsetta putnami*); le poulamon (*Microgadus tomcod*); le fondule barré (*Fundulus diaphanus*) et l'épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*), dont certains au stade juvénile (Pelletier et coll., 2011; Robitaille 2004).

Migration intraestuaire

Au sein de toute son aire de répartition, le bar rayé est reconnu comme effectuant une migration annuelle de plus ou moins grande distance. Le comportement migratoire des populations de bars rayés a été intensivement étudié et largement discuté, principalement dans les grands estuaires incluant la baie de Chesapeake, aux États-Unis (Clark, 1968; Secor et coll., 2001). Il est généralement reconnu que les bars de grandes tailles sont les individus migratoires de leur population (Kohlenstein, 1981; Mansueti, 1958). L'interprétation générale de l'histoire de vie du bar rayé est que les juvéniles et les subadultes restent résidents des estuaires pendant les premières années de leur vie, avant de joindre la migration côtière (Secor, 1999; Secor et Piccoli, 2007). Selon les ouvrages classiques, les bars joignaient l'émigration massive de l'estuaire entre 2 et 3 ans (Kohlenstein, 1981; Merriman, 1941). Cependant, des études récentes montrent que des individus de 1 an et de 2 ans, ou même aussi jeunes que 0 + dans certains cas, peuvent prendre part à des mouvements migratoires extensifs (Dovel, 1989; Dunning et coll., 2009; Secor et Piccoli, 1996). Dans la population du Saint-Laurent, des mouvements migratoires intraestuariens ont été observés dès la première année de vie, chez des bars de > 40 mm (Morissette et coll., 2015).

La durée de la résidence en estuaire varie en fonction de la situation géographique et de l'année, probablement une conséquence dépendant de la densité découlant de la force des classes d'âges (Kohlenstein 1981). Les migrations dépendantes de la taille sont une caractéristique de vie commune chez les bars rayés (Secor et Piccoli, 1996). Bien que d'amplitudes variables, les migrations s'observent chez toutes les populations estuariennes, même dans les petits estuaires (Able et coll., 2012; Pautzke et coll., 2010). Les motivations de migrations peuvent être attribuables à l'âge des poissons (Kohlenstein, 1981), à l'exploration due à la densité (Secor et Kerr, 2009) ou aux différences entre les sexes (les femelles ayant une plus forte propension à migrer que les mâles). La majorité des mouvements dans l'estuaire sont influencés par une combinaison de facteurs tels que la circulation dans l'estuaire, la température de l'eau et le changement dans les habitudes de nourrissage (Dovel, 1989).

Il n'en reste pas moins que la migration du bar rayé est avant tout associée à la reproduction. Cependant, ce fait n'exclut pas les subadultes, puisqu'il a déjà été démontré que la grégarité de l'espèce peut entraîner des bars immatures dans la migration saisonnière (Kerr et coll., 2009). De plus, une forte densité de bars peut aussi favoriser la migration des bars d'une vaste gamme de tailles (Callihan et coll.,

2014). En effet, des recherches récentes ont montré que les subadultes font partie du stock migratoire des bars rayés (Mather et coll., 2009). Sur la majorité de l'aire de répartition du bar, la migration saisonnière se calque sur un patron général commun. Le regroupement de reproduction se passe généralement au printemps, aux abords de la zone de reproduction. Dans le détroit d'Albemarle, aux États-Unis, les plus grandes concentrations de bars sont observées au début du printemps durant la migration de reproduction (Manooch 1973). Au même titre, dans la rivière Miramichi (N.-B.) les prises sont à leurs maximums vers la fin mai, et déclinent autour de la mi-juin (Douglas et coll., 2009). Il en va de même dans la rivière Hudson (É.-U.), où la migration vers l'amont a lieu dans la période de mars à mai (Wingate et Secor, 2007).

À la suite de la reproduction, un certain pourcentage des bars adultes de grandes tailles tentent donc d'entreprendre une migration vers l'aval, laissant les individus de plus petite taille dans la zone oligohaline des estuaires (Wingate et coll., 2011). Pour cause, dans le détroit d'Albemarle (É.-U.), les captures estivales (mois de mai, de juin et de juillet) étaient majoritairement des individus < 400 mm (Haeseker et coll., 1996). Dans les estuaires de la grande zone de migration côtière entre le Massachusetts au nord, et le Delaware au sud, adultes et subadultes résident dans les estuaires pendant environ 72 jours en été et quittent ceux-ci pour les zones d'hivernage au plus tard le 31 octobre (Mather et coll., 2010). Les mouvements vers les zones d'hivernage sont entrepris vers la fin de la période estivale et au début de l'automne. De manière intéressante, les mouvements migratoires autant au printemps qu'en automne, semblent coïncider avec le moment où la température de l'eau atteint les 15 °C (Wingate et Secor, 2007). Cet hivernage aura lieu dans les zones en aval de l'estuaire, dans les milieux d'eaux plus salées.

Ces patrons d'occupation des estuaires dictés par les comportements migratoires sont observés dans pratiquement toutes les populations de la côte est américaine. Celles-ci sont aussi concordantes avec les patrons observés dans la population historique du fleuve Saint-Laurent. Les bars subadultes de 3 ans et plus entreprenaient une migration vers l'ouest (donc vers l'amont du fleuve Saint-Laurent) pour hiverner dans une zone de 20 à 60 km en amont de l'île d'Orléans entre les mois de novembre à juin (Robitaille, 2010). Durant la même période, les bars plus jeunes (< 2 ans) se retrouvaient à l'est de l'île d'Orléans jusqu'à Rivière-Ouelle (Beaulieu et coll., 1990). À la suite de l'hivernage, les bars de tous âges se retrouvaient au centre de la distribution, à l'interface des eaux douces et salées, pour la période de reproduction. Il était reconnu, selon les observations de pêcheurs, que tous les poissons se trouvaient dans le voisinage de Québec et de l'île d'Orléans pour la période de croissance (de juillet à octobre), les plus gros et plus vieux bars dominants plutôt à l'est, aux environs de Kamouraska, que les plus jeunes (Robitaille, 2010). Des observations récentes chez des bars de 0 et 1 an + montrent vraisemblablement qu'il y avait migration vers les zones oligohaline et mesohaline afin de passer l'hiver en eaux saumâtres, bien qu'une portion non négligeable de la population résidait en eaux douces durant cette période (Morissette et coll., 2015).

Échantillonnage

La taille spécifique des bars rayés subadultes nécessite des engins de pêche adaptés. Tel qu'il a été mentionné dans l'introduction, leur gamme de tailles favorise l'évitement de certains engins (fig. 4). Le choix de l'engin de capture est donc primordial afin de pouvoir capturer efficacement les individus subadultes.

Nous pouvons dégager trois grandes familles d'engins de capture correspondant à ces exigences ; les captures individuelles, les filets et les engins passifs (Able et coll., 2012). Dans ces types d'engins, il est possible de trouver des solutions de capture pour les subadultes.

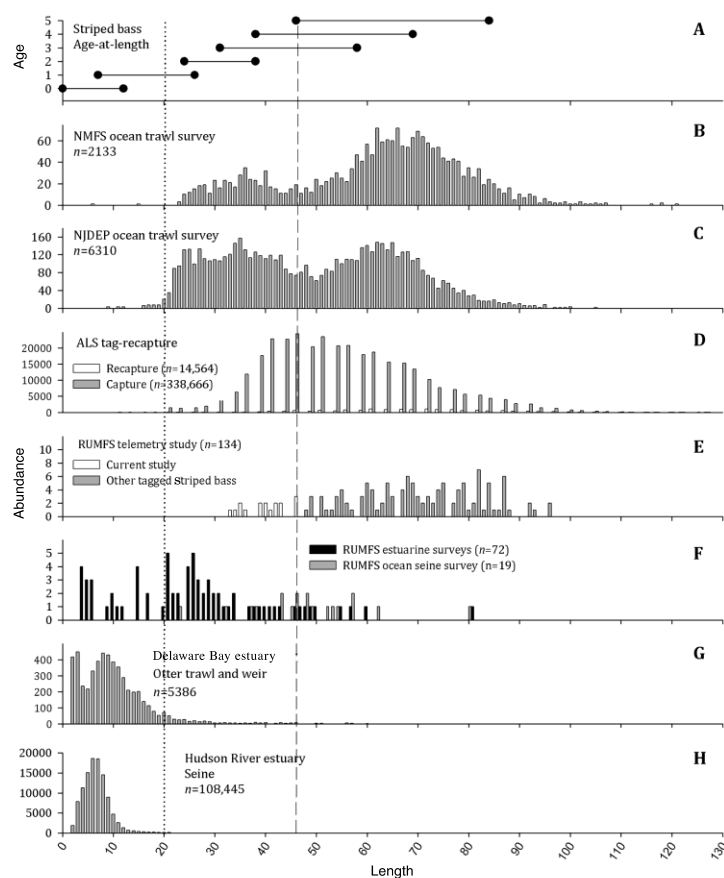


Figure 2

Age (A) and length frequency for several continental shelf (B, C), estuarine (E, G, H), or both (D, F) sampling programs. Samples (n) reflects total number of striped bass (*Morone saxatilis*) caught. Juvenile striped bass captured during Rutgers University Marine Field Station estuarine surveys shown in (F) include otter trawl (n=28), gillnet (n=31), and seine (n=13) collections. All lengths are expressed as total length (TL), except for (E) which uses fork length (FL). NMFS=National Marine Fisheries Service, NJDEP=New Jersey Department of Environmental Protection, ALS=American Littoral Society, RUMFS=Rutgers University Marine Field Station. See Table 1 for further sampling details.

Figure 4. Distribution des captures de bars rayés par engins de pêche (Able et coll., 2012).

Engins de capture individuelle

Les engins de capture individuelle concernent les méthodes de captures liées à la pêche sportive, particulièrement la pêche à la ligne ou la pêche à la mouche. La gamme de tailles couverte de la pêche à la ligne inclut celle des subadultes, sans y être limitée. Ainsi, 797 bars adultes et subadultes (de 375 à 475 mm de longueur totale) ont été capturés, entre autres au moyen de la pêche à la mouche, dans 13 estuaires du Massachusetts (Ferry et Mather, 2012). Dans le même ordre d'idée, plus de 1000 bars rayés entre 125 et 714 mm ont été capturés en période estivale à la pêche à la ligne dans le détroit d'Albemarle (É.-U.) (Manooch, 1973). Sur la rivière Saint John, au Nouveau-Brunswick, la pêche expérimentale à la ligne constitue la meilleure méthode pour la capture des bars entre 2 et 4 ans (Samuel Andrews, Université du Nouveau-Brunswick, communication personnelle). De par leur nature agressive, les bars mordent couramment sur de petits appâts artificiels blancs ou colorés ou sur des petits morceaux d'appâts naturels. Les endroits à privilégier pour la pêche sont associés aux lieux de plus fort débit et d'eau plus chaude (ex : embouchures de rivières/ruisseaux, extrant de marais et d'étangs). Tous ces endroits ont en commun d'être des lieux de prédilection pour l'alimentation du bar; où il peut embusquer ses proies potentielles. Les équipements de pêche électriques peuvent aussi être considérés dans cette famille d'engins de capture et ont mené à la capture de bars entre 112 et 600 mm (Rudershausen et coll., 2005).

Filets expérimentaux

Les filets utilisés pour la capture des subadultes sont majoritairement de type seine, chalut et maillant. Bien que couramment utilisées, les seines de rivages ciblent des poissons dans une gamme de tailles limitée, avec de rares captures au-delà de 180 mm (Conroy et coll., 2015, Cooper et coll., 1998). Certains auteurs rapportent cependant que des subadultes, et même quelques adultes, ont été capturés de manière exceptionnelle au moyen de la pêche à la seine de rivage, dans les zones estuariennes peu profondes fréquentées par les bars subadultes (Merriman, 1941). Dans la rivière Delaware, aux États-Unis, des captures de bars entre 30 et 150 mm (longueur totale) ont été faites à l'aide de seines de rivage de 30,5 m x 1,8 m (Wainright et coll., 1996). La seine de rivage fait partie des filets utilisés par les autorités gouvernementales américaines pour le suivi des bars rayés et cible majoritairement les bars de 0 et de 1 an (Harry T. Hornick, *Maryland Direction of Natural Resources*, communication personnelle).

L'utilisation de chaluts peut mener à des captures de tailles variées. Par exemple, l'utilisation d'un petit chalut à bonnet (maille de corps de 3,8 cm et poche de 1,3 cm) a mené à des captures entre 35 et 160 mm (Cooper et coll., 1998). L'utilisation d'un chalut à panneaux de 4,9 m (poche de chalut de maille de 6 mm) a mené à des captures entre 25 et > 500 mm (Nemerson et Able, 2003). Ce chalutage était pratiqué durant la nuit, dans la période de 2 heures après le coucher du soleil jusqu'à 2 heures avant son lever. Dans le détroit d'Albemarle (É.-U.), les captures à l'aide de chaluts ballon de 18 pi et de filets

maillant expérimentaux capturaient des bars de 125 à 714 mm (Manooch, 1973). Des subadultes et des adultes ont aussi été capturés par des chaluts océaniques et des chaluts à panneaux (Able et coll., 2012; Merriman, 1941). Des bars de 1 an + sont aussi capturés dans le cadre du programme d'échantillonnage ChesMMAAP de la baie de Chesapeake (É.-U.), tenu aux mois de mars, de mai, de juillet, de septembre et de novembre. Ce programme opère avec un chalut ballon de 13,7 m x 4 m (maillage de 15,2 cm pour les ailes et le corps et de 7,6 cm pour la poche). Le chalut est pêché aux profondeurs de 3 à 9 m, de 9 à 15 m et de plus de 15 m, à une vitesse approximative de 6,5 km/h pendant une durée de 20 minutes (Gauthier et coll., 2013; Latour et coll., 2008).

Les maillages des filets maillants expérimentaux ne sont pas toujours assez petits pour avoir un bon taux de rétention des petits bars subadultes. Les prises de bars de 1 à 2 ans dans les programmes d'échantillonnages aux filets maillants du Maryland (*drift gill nets Maryland Adult Sampling Stock Program*) sont peu communes (Harry T. Hornick, communication personnelle). Des filets avec des mailles étirées variant entre 76 et 254 mm sont utilisés. Au contraire, des captures entre 121 et 600 mm ont été faites dans le détroit d'Albemarle avec des filets maillants expérimentaux de mailles 13, 25, 38, 51, 64 et 76 mm (Rudershausen et coll., 2005). Finalement, sur la rivière Saint John (Nouveau-Brunswick) les captures de bars entre 2 et 4 ans se font à l'aide de filets maillants de mailles entre 64 et 102 mm.

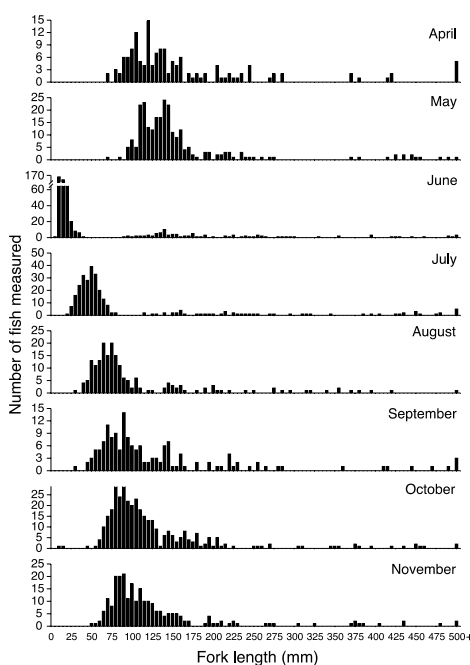


Figure 5. Répartition des tailles de captures par un chalut à panneaux de 4,9 m et fascine selon la taille et le mois dans la baie de la Delaware (Nemerson et Able, 2003).

Engins de pêche fixes

Les engins de pêche fixes utilisés sont analogues à ceux utilisés pour la pêche commerciale en milieu estuarien et sont principalement de type fascines (*weir*), filets-trappe ou bourdigue (*pound net*). Notamment, l'utilisation de fascines intertidales par Nemerson et Able (2003) a apporté des prises constantes de bars de tailles subadultes tout au long de l'année (fig. 5). Ces fascines étaient fabriquées en filets de mailles de 6 mm en forme de tunnel de 2 m x 1,5 m x 1,5 m avec des ailettes de 5 m x 1,5 m. Ces trappes étaient installées à marée haute dans des petites rivières intertidales généralement de moins de 2 m de largeur et de 1 m de profondeur à marée haute. La collecte des poissons se faisait une fois que la marée s'était retirée des rivières.

Finalement, certains organismes gouvernementaux utilisent des engins de pêche commerciaux fixes en collaboration avec les pêcheurs commerciaux (ex. : fascine, filet à cœur ou bourdigue) pour assurer le suivi des populations de bars rayés, incluant les subadultes. Par exemple, le programme de suivi de la baie de Chesapeake (É.-U.) en 2014 a permis de capturer 3793 bars, dont 75 % des captures < 457 mm (Horne, 2014). Un suivi similaire est également effectué par le gouvernement du Québec. Ces engins de pêche fixes ne permettent pas d'analyser l'utilisation de plusieurs habitats. Cependant, ils permettent tout de même d'apprécier le nombre de bars rayés subadultes dans un habitat donné ainsi que leurs variations saisonnières de croissance, d'alimentation et même d'utilisation de l'habitat d'échantillonnage.

Conclusion

Les observations de l'utilisation d'habitats des subadultes sur l'aire de répartition du bar rayé nous laissent croire que la population du fleuve Saint-Laurent, bien qu'elle ait quelques spécificités, est comparable aux autres populations. Selon la croissance observée des bars dans le Saint-Laurent, les subadultes seraient des bars entre 1 et 3 ans, de plus de 100 mm de longueur, mais de moins de 450 mm (bien que les femelles de 4 ans et de moins de 500 mm pourraient correspondre à notre définition de subadultes). Ces différences semblent être attribuables à la croissance rapide observée dans l'estuaire du Saint-Laurent.

En matière de l'utilisation d'habitats, nous avons tout d'abord rapporté que les herbiers de zostères marines, ou des herbiers d'espèces similaires, seraient utilisés par les bars subadultes. Plus en détail, l'habitat estival préférentiel des subadultes serait d'une température entre 20 °C et 24 °C. Celui-ci ne doit pas être sujet à l'hypoxie et donc avoir un niveau de saturation d'oxygène > 50 % (ou > 2-3 mg/L). La salinité de l'eau dans l'estuaire est aussi un facteur important de la distribution, les subadultes se dispersent généralement dans les habitats oligohalins et mesohalins (plus précisément d'une salinité entre 2 et 12 ppt et une valeur médiane de 4 ppt). Finalement, la concentration des proies potentielles présente dans les habitats est aussi une caractéristique notable des habitats préférentiels. Parmi ces

proies, les invertébrés (vers polychètes, gammarès, mysidacés et crangonidés), les petits poissons et leurs stades juvéniles (aloses, harengs, éperlans, gaspareaux, épinoches et fondules) sont susceptibles de stimuler l'agrégation des bars rayés subadultes. Les habitats fréquentés par les subadultes sont presque toujours voisins de la rive, et donc d'une faible profondeur (entre 5 et 9,9 m). Les zones d'agrégation sur les hauts-fonds, au pourtour des îles et des îlots, des récifs et dans les eaux peu profondes sont donc des habitats potentiels pour les subadultes.

Outre les caractéristiques d'habitats, le comportement migratoire saisonnier des bars influence aussi leur utilisation des habitats au sein des estuaires. D'une manière générale, le comportement migratoire des subadultes s'établit tout d'abord au printemps par l'agrégation aux abords de la zone de reproduction. S'ensuit une dispersion vers l'aval dans la zone oligohaline de l'estuaire. L'hivernage a lieu aussi en aval, probablement majoritairement dans la zone mesohaline de l'estuaire. Il y a ensuite retour vers les zones de reproduction à la fin de l'hiver, ou même au début du printemps. Cependant, à la lumière de résultats récents, un contingent résident d'eau douce à proximité de l'interface eau douce/eau salée n'est pas à exclure dans l'estuaire du Saint-Laurent (Morissette et coll., 2015).

Cette revue de littérature sur l'utilisation des habitats par les bars rayés subadultes démontre le défi que représente l'étude des bars rayés subadultes. Et pour cause, il a été constaté que la littérature concernant spécifiquement ce stade de vie était sous-abondante, comparativement aux stades larvaires et adultes matures. Le bilan négatif sur le nombre de publications et de résultats concernant ce stade de vie spécifique serait la conséquence du décalage dans l'utilisation d'habitat avec les adultes et les stades larvaires. L'habitat préférentiel semblant être relativement intermédiaire entre celui des stades larvaires et adultes. Ceci a bien sûr pour conséquence qu'une étude ciblant un des deux stades (adulte ou larves) ne parvient généralement pas à englober le stade subadulte. De plus, le défi technique que représentent l'échantillonnage et le suivi des bars subadultes vient, bien sûr, diminuer les occasions favorables à leur étude. Néanmoins, le raffinement de nos connaissances de l'histoire de vie des subadultes ne fera qu'améliorer notre compréhension du dynamisme des populations de bar rayé. Ces connaissances seront un pas de plus vers la gestion durable de cette espèce d'intérêt « nouvellement » présente dans les eaux du fleuve Saint-Laurent.

Références

- Able, K. W., J. H. Balletto, S. M. Hagan, P. R. Jivoff et K. Strait. 2007. « Linkages between salt marshes and other nekton habitats in Delaware Bay, USA ». *Reviews in Fisheries Science* 15(1-2), p. 1-61.
- Able, K. W., T. M. Grothues, J. T. Turnure, D. M. Byrne et P. Clerkin. 2012. « Distribution, movements, and habitats use of small Striped bass (*Morone saxatilis*) across multiple spatial scales ». *Fishery Bulletin* 110(2), p. 76-192.
- Beaulieu, H. 1985. *Rapport sur la situation du bar rayé (Morone saxatilis)*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec.
- Beaulieu, H., S. Trépanier et J. A. Robitaille. 1990. *Statut des populations indigènes de bars rayés (Morone saxatilis) au Canada*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec.
- Berlinsky, D. L., M. C. Fabrizio, J. F. O'Brien et J. L. Specker. 1995. « Age-at-maturity estimates for Atlantic coast female Striped bass ». *Transactions of the American Fisheries Society* 124(2), p. 207-215.
- Bologna, P. A. X. 2007. « Impact of differential predation potential on eelgrass (*Zostera marina*) faunal community structure ». *Aquatic Ecology* 41(2), p. 221-229.
- Callihan, J. L., C. H. Godwin et J. A. Buckel. 2014. « Effect of demography on spatial distribution: movement patterns of the Albemarle Sound-Roanoke stock of Striped Bass (*Morone saxatilis*) in relation to their recovery ». *Fishery Bulletin* 112, p. 131-143.
- Clark, J. 1968. « Seasonal movements of Striped bass contingents of Long Island Sound and the New York Bight ». *Transactions of the American Fisheries Society* 97(4), p. 320-343.
- Conroy, C. W., P. M. Piccoli et D. H. Secor (2015). « Carryover effects of early growth and river flow on partial migration in Striped bass *Morone saxatilis* ». *Marine Ecology Progress Series* 541, p. 179-194.
- Cooper, J. E., R. A. Rulifson, J. J. Isely et S. E. Winslow. 1998. « Food habits and growth of juvenile Striped bass, *Morone saxatilis* in Albemarle Sound, North Carolina ». *Estuaries* 21(2), p. 307-317.
- Coutant, C. C. et D. L. Benson. 1990. « Summer habitat suitability for Striped bass in Chesapeake Bay: reflections on a population decline ». *Transactions of the American Fisheries Society* 119(4), p. 757-778.
- Coutant, C. C. et D. S. Carroll. 1980. « Temperatures occupied by ten ultrasonic-tagged Striped bass in freshwater lakes ». *Transactions of the American Fisheries Society* 109(2), p. 195-202.
- Douglas, S. G., G. Chaput, J. G., Hayward et J. Sheasgreen. 2009. « Prespawning, spawning, and postspawning behavior of striped bass in the Miramichi River ». *Transactions of the American Fisheries Society* 138(1), p. 121-134.

- Dovel, W. L. 1989. *Movements of immature Striped bass in the Hudson estuary. In Estuarine research in the 1980s*. C. Lavett Smith (éd.). State University of New York Press, Albany.
- Dunning, D. J., Q. E. Ross, K. A. McKown et J. B. Socrates. 2009. « Effect of Striped bass larvae transported from the Hudson River on juvenile abundance in Western Long Island Sound ». *Mar. Coast. Fish.* 1(1), p. 343-353.
- Ferry, K. H. et M. E. Mather. 2012. « Spatial and temporal diet patterns of subadult and small adult Striped bass in Massachusetts Estuaries: data, a synthesis, and trends across scales ». *Mar. Coast. Fish.* 4(1), p. 30-45.
- Fox, M. G. et G.H. Copp. 2014. « Old world versus new world: life-history alterations in a successful invader introduced across Europe ». *Oecologia* 174(2), p. 435-446.
- Gauthier, D. T., C. A. Audemard, J. E. Carlsson, T. L. Darden, M. R. Denson, K. S. Reece et J. Carlsson. 2013. « Genetic population structure of US Atlantic coastal Striped bass (*Morone saxatilis*) ». *Journal of Heredity* 104(4), p. 510-520.
- Griffin, J. C. et F. J. Margraf. 2003. « The diet of Chesapeake Bay Striped bass in the late 1950s ». *Fisheries Management and Ecology* 10(5), p. 323-328.
- Haeseker, S. L., J. T. Carmichael et J. E. Hightower. 1996. « Summer distribution and condition of Striped bass within Albemarle Sound, North Carolina ». *Transactions of the American Fisheries Society* 125(5), p. 690-704.
- Hartman, K. J., et S. B. Brandt. 1995. « Trophic resource partitioning, diets, and growth of sympatric estuarine predators ». *Transactions of the American Fisheries Society* 124(4), p. 520-537.
- Hastings, K., P. Hesp et G. A. Kendrick. 1995. « Seagrass loss associated with boat moorings at Rottneest Island, Western Australia ». *Ocean & Coastal Management* 26(3), p. 225-246.
- Horne, J. R. 2014. *Summer-Fall stock assessment and commercial fishery monitoring*. Maryland Department of Natural Resources.
- Joseph, V., A. Locke et J. G. J. Godin. 2006. « Spatial distribution of fishes and decapods in eelgrass (*Zostera marina* L.) and sandy habitats of a New Brunswick estuary, eastern Canada ». *Aquatic Ecology* 40(1), p. 111-123.
- Kendall, A. W. J., E. H. Ahlstrom et H. G. Moser. 1984. « Early life history stages of fishes and their characters ». *American society of Ichthyologists and Herpetologists*.
- Kerr, L. A., Secor, D. H., and Piccoli, P. M. 2009. « Partial migration of fishes as exemplified by the estuarine-dependent white perch ». *Fisheries* 34(3), p. 114-123.
- Klein-MacPhee, G. 2002. *Temperate basses. In Bigelow and Schroeder's Fishes of the Gulf of Maine*. B.G. Colette et G. Klein-MacPhee (éd.). Smithsonian Institution Press, Washington, DC. p. 374-389.

- Kohlenstein, L. C. 1981. « On the proportion of the Chesapeake Bay stock of Striped bass that migrates into the coastal fishery ». *Transactions of the American Fisheries Society* 110, p. 168-179.
- Latour, R. J., J. Gartland, C. F. Bonzek et R. A. Johnson. 2008. « The trophic dynamics of Summer flounder (*Paralichthys dentatus*) in Chesapeake Bay ». *Fishery Bulletin* 106(1), p. 47-57.
- Lewis, R. M. 1962. « Sexual maturity as determined from ovum diameters in Striped bass from North Carolina ». *Transactions of the American Fisheries Society* 91(3), p. 279-282.
- Manooch, C. S. 1973. « Food habits of yearling and adult Striped bass, *Morone saxatilis* (Walbaum), from Albemarle Sound, North Carolina ». *Chesapeake Science* 14(2), p. 73-86.
- Mansueti, R. J. 1958. *Eggs, larvae and young of the Striped bass, *Roccus saxatilis**. Chesapeake Biological Laboratory, Solomons, Maryland.
- Martino, E. J. 2008. *Environmental controls and biological constraints on recruitment of Striped bass *Morone saxatilis* in Chesapeake Bay*. Chesapeake Biological Laboratory, University of Maryland Center for Environmental Science, Maryland.
- Mather, M. E., J. T. Finn, K. H. Ferry, L. A. Deegan et G. A. Nelson. 2009. « Use of non-natal estuaries by migratory Striped bass (*Morone saxatilis*) in summer ». *Fishery Bulletin* 107(3), p. 329-338.
- Mather, M. E., J. T. Finn, S. M. Pautzke, D. Fox, T. Savoy, H. M. Brundage, L. A. Deegan et R. M. 2010. « Diversity in destinations, routes and timing of small adult and sub-adult Striped bass *Morone saxatilis* on their southward autumn migration ». *Journal of Fish Biology* 77(10), p. 2326-2337.
- Merriman, D. 1941. « Studies on the Striped bass (*Roccus saxatilis*) of the Atlantic coast ». *Fishery Bulletin* 35, p. 1-77.
- Morissette, O., F. Lecomte, G. Verreault, M. Legault et P. Sirois. 2015. « Fully equipped to succeed: Migratory contingents seen as an intrinsic potential for Striped bass to exploit a heterogeneous environment early in life ». *Estuaries Coasts*. DOI 10.1007/s12237-015-0015-7
- Nemerson, D. M. et K. W. Able. 2003. « Spatial and temporal patterns in the distribution and feeding habits of *Morone saxatilis* in marsh creeks of Delaware Bay », USA. *Fisheries Management and Ecology* 10(5), p. 337-348.
- O'Connor, M. P., F. Juanes, K. McGarigal et J. Caris. 2012. « Describing juvenile American shad and Striped bass habitat use in the Hudson River Estuary using species distribution models ». *Ecological Engineering* 48, p. 101-108.
- Overton, A. S., F. J. Margraf et E. B. May. 2009. « Spatial and temporal patterns in the diet of Striped bass in Chesapeake Bay ». *Transactions of the American Fisheries Society* 138(4), p. 915-926.
- Pautzke, S. M., M. E. Mather, J. T. Finn, L. A. Deegan et R. M. Muth. 2010. « Seasonal use of a New England estuary by foraging contingents of migratory Striped bass ». *Transactions of the American Fisheries Society* 139(1), p. 257-269.

- Pelletier, A.-M., G. Bourget, M. Legault, et G. Verreault. 2011. « Réintroduction du bar rayé (*Morone saxatilis*) dans le fleuve Saint-Laurent: bilan du rétablissement de l'espèce ». *Le Naturaliste Canadien* 135(1), p. 79-85.
- Robichaud-LeBlanc, K.A., S. C. Courtenay et T. J. Benfey. 1998. « Distribution and growth of young-of-the-year Striped bass in the Miramichi River estuary, Gulf of St. Lawrence ». *Transactions of the American Fisheries Society* 127(1), p. 56-69.
- Robitaille, J. 2010. *Assessment of habitat quality and habitat use by the extirpated Striped bass population (Morone saxatilis) of the St. Lawrence Estuary*. Fisheries and Oceans Canada, Québec.
- Robitaille, J., M. Bérubé, A. Gosselin, M. Baril, J. Beauchamp, J. Boucher, S. Dionne, M. Legault, Y. Mailhot, B. Ouellet, P. Sirois, S. Tremblay, G. Trencia, G., Verreault et D. Villeneuve. 2011. *Programme de rétablissement du bar rayé (Morone saxatilis), population de l'estuaire du Saint-Laurent*, Canada. Pêches et Océans Canada, Ottawa, p. 52.
- Robitaille, J. A. 2004. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le bar rayé (Morone saxatilis) au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril du Canada. p. 48.
- Rudershausen, P. J., J. E. Tuomikoski, J. A. Buckel et J. E. Hightower. 2005. « Prey selectivity and diet of Striped bass in Western Albemarle Sound, North Carolina ». *Transactions of the American Fisheries Society* 134(5), p. 1059-1074.
- Russell, D. J., P. F. Thuesen et F. E. Thomson. 2012. « Reproductive strategies of two invasive tilapia species *Oreochromis mossambicus* and *Tilapia mariae* in northern Australia ». *Journal of Fish Biology* 80(6), p. 2176-2196.
- Rypel, A. L. 2014. « Do invasive freshwater fish species grow better when they are invasive? » *Oikos* 123(3), p. 279-289.
- Secor, D. H. 1999. « Specifying divergent migrations in the concept of stock: the contingent hypothesis. » *Fisheries Research* 43(1-3), p. 13-34.
- Secor, D. H. et L. A. Kerr. 2009. *Lexicon of life cycle diversity in diadromous and other fishes*. American Fisheries Society Symposium (69), p. 1-20.
- Secor, D. H. et P. M. Piccoli. 1996. « Age-and sex-dependent migrations of striped bass in the Hudson River as determined by chemical microanalysis of otoliths ». *Estuaries* 19(4), p. 778-793.
- Secor, D. H. et P. M. Piccoli. 2007. « Oceanic migration rates of Upper Chesapeake Bay Striped bass (*Morone saxatilis*), determined by otolith microchemical analysis ». *Fishery Bulletin* 105(1), p. 62-73.
- Secor, D. H., J. R. Rooker, E. R. Zlokovitz et V. S. Zdanowicz. 2001. « Identification of riverine, estuarine and coastal contingents of Hudson River Striped bass based upon otolith elemental fingerprints ». *Marine Ecology Progress Series* 211, p. 245-253.
- Setzler, E. M., W. R. Boynton, K. V. Wood, H. H. Zion, L. Lubbers, N. K. Mountford, P. Frere, L. Tucker, et J. A. Mihursky. 1980. « *Synopsis of biological data on striped bass, Morone saxatilis (Walbaum)* ».

National Oceanic and Atmospheric Administration Technical Report, U.S. National Marine Fisheries Service Circular 433, 69 p.

Short, F. T. et S. Wyllie-Echeverria. 1996. « Natural and human-induced disturbance of seagrasses ». *Environmental Conservation* 23(1), p. 17-27.

Trépanier, S. et J. A. Robitaille, 1996. *Rapport sur la situation de certaines populations indigènes de bar rayé (Morone saxatilis) au Québec et au Canada*. Direction de la faune et des habitats. Ministère de l'Environnement et de la Faune.

Turner, J. L. et H. K. Chadwick. 1972. « Distribution and abundance of young-of-the-year Striped bass, *Morone saxatilis*, in relation to river flow in the Sacramento-San Joaquin Estuary ». *Transactions of the American Fisheries Society* 101(3), p. 442-452.

Wainright, S. C., C. M. Fuller, R. H. Michener et R. A. Richards. 1996. « Spatial variation of trophic position and growth rate of juvenile Striped bass (*Morone saxatilis*) in the Delaware River ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53(4), p. 685-692.

Wingate, R. L. et D. H. Secor. 2007. « Intercept telemetry of the Hudson River Striped bass resident contingent: Migration and homing patterns ». *Transactions of the American Fisheries Society* 136(1), p. 95-104.

Wingate, R. L., D. H. Secor et R. T. Kraus. 2011. « Seasonal patterns of movement and residency by Striped bass within a subestuary of the Chesapeake Bay ». *Transactions of the American Fisheries Society* 140(6), p. 1441-1450.

**Forêts, Faune
et Parcs**

Québec

