



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences des écosystèmes
et des océans

Ecosystems and
Oceans Science

Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)

Document de recherche 2022/063

Région de la capitale nationale

Méthodes de piégeage du crabe vert envahissant au Canada

Cynthia H. McKenzie¹, Kyle Matheson¹, Philip S. Sargent¹, Michael Piersiak¹,
Renee Y. Bernier², Nathalie Simard³, Thomas W. Therriault⁴

¹ Centre des pêches de l'Atlantique nord-ouest
Pêches et Océans Canada
80, chemin East White Hills
St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador) A1C 5X1

² Centre des pêches du Golfe
Pêches et Océans Canada
343, avenue Université
Moncton (Nouveau-Brunswick) E1C 9B6

³ Institut Maurice-Lamontagne
Pêches et Océans Canada
850, route de la Mer
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4

⁴ Station biologique du Pacifique,
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (Colombie-Britannique) V8T 6N7

Avant-propos

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

Publié par :

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

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



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2022

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-45609-6 N° cat. Fs70-5/2022-063F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

McKenzie, C.H., Matheson, K., Sargent, P.S., Piersiak, M., Bernier, R.Y., Simard, N., Therriault, T.W. 2022. Méthodes de piégeage du crabe vert envahissant au Canada. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/063. iv + 53 p.

Also available in English :

McKenzie, C.H., Matheson, K., Sargent, P.S., Piersiak, M., Bernier, R.Y., Simard, N., Therriault, T.W. 2022. Trapping Methods for the Invasive European Green Crab in Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2022/063. iv + 47 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	iv
1. INTRODUCTION	1
2. SOURCES D'INFORMATION (MÉTHODE D'EXAMEN).....	5
3. MÉTHODES DE PIÉGEAGE (RÉSULTATS)	7
3.1. TYPE DE PIÈGE	7
3.1.1. Pièges à poissons/crabes repliables (p. ex. piège Fukui)	8
3.1.2. Pièges à anguilles	9
3.1.3. Pièges à vairons/écrevisses.....	9
3.1.4. Piège à caisson.....	9
3.1.5. Pièges coniques.....	10
3.1.6. Autres pièges	10
3.1.7. Filets.....	10
3.1.8. Pièges utilisés à l'extérieur du Canada	11
3.2. CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA MÉTHODE DE PIÉGEAGE.....	12
3.2.1. Déploiement.....	12
3.2.2. Environnement.....	14
3.2.3. Comportement	15
3.2.4. Utilisation des renseignements sur les prises	16
4. COMPARAISON DES PIÈGES ET FAISABILITÉ DES MÉTHODES (DISCUSSION).....	17
4.1. COMPARAISON ET UTILISATION DES PIÈGES.....	17
4.1.1. Protocoles axés sur les objectifs.....	17
4.1.2. Relevés de détection précoce et d'intervention rapide	18
4.1.3. Surveillance.....	20
4.1.4. Recherche.....	21
4.1.5. Contrôle.....	22
4.2. LACUNES DANS LES CONNAISSANCES	25
4.3. AUTRES CONSIDÉRATIONS	25
5. CONCLUSIONS/RECOMMANDATIONS	26
6. RÉFÉRENCES CITÉES	27
7. FIGURES	35
8. TABLEAUX	40
9. ANNEXE	50

RÉSUMÉ

Le crabe vert (*Carcinus maenas*) est une espèce aquatique envahissante (EAE) vorace qui menace les écosystèmes marins et estuariens de l'Atlantique et du Pacifique au Canada. Il dévore les mollusques et les crustacés ciblés par les pêches commerciales et récréatives, et leur fait concurrence, il a une incidence négative sur les pêches commerciales et détruit des habitats qui sont importants pour les espèces indigènes sur les plans écologique et biologique. Pêches et Océans Canada (MPO) a acquis des connaissances importantes sur le crabe vert, notamment en ce qui concerne le piégeage aux fins de détection précoce, de surveillance, de recherche, et de prélèvement physique pour lutter contre l'espèce. Les renseignements sur les considérations relatives aux méthodes de piégeage (déploiement, environnement, comportement, capture) et les protocoles axés sur des objectifs différents, y compris les mesures de contrôle et les stratégies d'atténuation, ont été compilés afin de fournir des conseils sur la détection et la lutte contre le crabe vert.

Le piégeage du crabe vert est essentiel pour la détection précoce, la détermination des répercussions sur les espèces indigènes et l'habitat, et les efforts d'intervention rapide et de contrôle pour empêcher la dégradation de l'écosystème et les pertes dans les pêches commerciales. Un examen de 69 études examinées par les pairs et projets non publiés sur le piégeage du crabe vert a été effectué afin d'examiner les types de pièges utilisés au Canada (46 études) et ailleurs (23 études). Quinze pièges ont été classés par type et par usage au Canada ainsi que 13 autres pièges qui ont été utilisés en Amérique du Nord et dans d'autres parties du monde. D'après l'examen, le piège à crabe pliable de Fukui est le piège le plus utilisé au Canada. D'autres pièges se sont avérés efficaces et des comparaisons directes de types de pièges ont été effectuées dans plusieurs régions. La sélection du piège doit tenir compte de l'objectif de piégeage, en particulier de la partie ciblée de la population de crabe vert, car certains types de pièges peuvent capturer de manière disproportionnée les grands crabes verts adultes en raison de la conception des pièges et des comportements intraspécifiques des crabes verts. Plusieurs facteurs sont essentiels pour sélectionner un type de piège approprié en fonction des objectifs de piégeage. Ils peuvent inclure le type d'habitat, la profondeur et la localisation du site, la méthode de déploiement, le stade biologique de la population ciblée, les considérations relatives aux prises accessoires et les ressources disponibles. Le piégeage est une méthode efficace pour surveiller les changements relatifs de l'abondance et de la dynamique des populations de crabes verts, y compris les changements relatifs aux espèces indigènes cooccurrentes (p. ex. le crabe commun, le homard et certains poissons selon le type de piège) qui peuvent être touchés par l'invasion. Le piégeage aux fins d'intervention rapide et de contrôle peut réduire efficacement le nombre de crabes verts et modifier la dynamique des populations. Les résultats pourraient inclure la réduction de la taille moyenne du crabe vert et le rétablissement des espèces indigènes et de l'habitat touchés, mais il se peut que les efforts de piégeage doivent être maintenus pour conserver de faibles répercussions du crabe vert sur les composants de l'écosystème.

Les lacunes dans les connaissances déterminées comprennent un manque d'information sur le piégeage du crabe vert juvénile et la détermination de seuils ou de nombres efficaces aux fins de contrôle afin de prévenir les répercussions sur l'environnement et la pêche. Ces conseils sur le piégeage du crabe vert pourraient être intégrés par les gestionnaires pour produire un outil de prise de décision orientant les mesures de gestion liées aux activités de détection précoce, d'intervention rapide et de contrôle.

1. INTRODUCTION

Le crabe vert (*Carcinus maenas*) est une espèce aquatique envahissante (EAE) vorace qui constitue une grave menace pour les écosystèmes marins et estuariens des côtes du Pacifique et de l'Atlantique du Canada (Therriault *et al.* 2008; MPO 2011). Il dévore les mollusques et les crustacés ciblés par les pêches commerciales et récréatives, et leur fait concurrence, il a une incidence négative sur les pêches commerciales et il détruit des habitats qui sont importants pour les espèces indigènes sur les plans écologique et biologique, en particulier la zostère (Matheson *et al.* 2016). Le crabe vert est originaire de l'est de l'Atlantique en Europe et en Afrique du Nord, avec une large aire de répartition s'étendant de l'Islande et de la Norvège au nord, de la mer Baltique à l'est, et au Maroc et à la Mauritanie au sud (Klassen et Locke 2007). Décrit comme l'une des 100 pires espèces envahissantes au monde (Lowe *et al.* 2000), le crabe vert possède plusieurs qualités qui en font un envahisseur particulièrement efficace. L'espèce est très agressive, compétitive et omnivore (Williams *et al.* 2006; Rossong *et al.* 2012) et présente une grande tolérance à la température (-1,5 °C à 30 °C), à la salinité (4 ppm à 40 ppm) et à des niveaux d'oxygène aussi bas que 10 % de saturation (Taylor 1982; McGaw et Naylor 1992; Cuculescu *et al.* 1998). Le crabe vert se nourrit principalement de mollusques, de vers marins et d'autres petits crustacés (p. ex. de homards juvéniles), mais son régime alimentaire est très varié, allant des plantes marines aux charognes (Yamada 2001; MPO 2011). Le crabe vert a la capacité de survivre dans un environnement humide (hors de l'eau) jusqu'à trois semaines (Darbyson *et al.* 2009). Il présente également des taux de reproduction élevés (Best *et al.* 2017) et une large dispersion des larves, à la fois naturellement par les courants et par les eaux de ballast des navires (Grosholz et Ruiz 1996; Yamada 2001). Cette espèce a été qualifiée par les médias et le public de « cafard des mers ».

Le crabe vert a été observé pour la première fois sur la côte est de l'Amérique du Nord en 1817 au Massachusetts et a probablement été introduit d'Europe dans le lest solide des navires (Say 1817). La population s'est déplacée vers le nord pendant plusieurs décennies, atteignant le sud du Nouveau-Brunswick (N.-B.) [baie Passamaquoddy] en 1951 et s'est étendue au sud de la Nouvelle-Écosse (N.-É.) où l'expansion vers le nord s'est arrêtée près de Halifax (Roman 2006). Une deuxième lignée de crabes verts est arrivée dans le nord de la N.-É. à la fin des années 1980 ou au début des années 1990 en provenance d'Europe du Nord (Roman 2006) et le crabe vert de cette invasion était plus tolérant à l'eau froide et plus agressif (Blakeslee *et al.* 2010; Rossong *et al.* 2012). Par la suite, la première expansion connue de crabes verts dans le golfe du Saint-Laurent a eu lieu en 1994 à Aulds Cove (chaussée surélevée de Canso dans le détroit de Canso). Cette population s'est étendue vers l'est le long des côtes occidentales de l'île du Cap-Breton, vers l'ouest jusqu'à l'est de l'Île-du-Prince-Édouard (Georgetown en 1996), et le long du détroit de Northumberland et jusqu'aux îles de la Madeleine, au Québec [2004] (Simard *et al.* 2013). Cette population a été détectée dans l'ouest de Terre-Neuve (T.-N.-L.) [2009] avec l'emplacement établi au nord de l'Atlantique Nord-Ouest à Point Saunders, T.-N.-L. (C.H. McKenzie, données non publiées).

Ces deux lignées génétiques distinctes se sont hybridées et ont formé une souche encore plus rustique et agressive qui s'est propagée vers le sud à travers la N.-É., le N.-B. et jusqu'au Maine (Jeffery *et al.* 2017, 2018). Cette population hybride a envahi le sud de T.-N.-L. et a été détectée d'abord dans la baie de Placentia (2007) puis dans la baie Fortune (2013) [Blakeslee *et al.* 2010; lehnert *et al.* 2018]. Jeffery *et al.* (2018) ont souligné que la compréhension des seuils environnementaux associés à la diversité intraspécifique facilitera la capacité à gérer la répartition actuelle et à prédire la répartition future de cette espèce aquatique envahissante, ce qui laisse entendre que la compréhension des différences environnementales entre ces populations et leurs hybrides est importante pour leur contrôle.

Sur la côte ouest canadienne, le crabe vert a été signalé pour la première fois en Colombie-Britannique (C.-B.) en 1999 dans le bassin de Barkley sur la côte sud-ouest de l'île de Vancouver et dans le port d'Esquimalt sur la pointe sud de l'île de Vancouver, près de Victoria (Gillespie *et al.* 2007). Ces introductions ont été attribuées à une propagation vers le nord par dérive larvaire à partir des populations de crabes verts détectées pour la première fois sur la côte Pacifique dans la baie de San Francisco en Californie (1989) [Cohen *et al.* 1995]. Les concentrations les plus élevées ont été trouvées dans le goulet Pipestem, dans le détroit de Barkley (Gillespie *et al.* 2007) et en 2006, le crabe vert était abondant dans les goulets de la côte ouest de l'île de Vancouver. Le crabe vert a été signalé pour la première fois dans le bassin de Sooke en 2012, probablement colonisé par une introduction accidentelle plutôt que par une propagation larvaire (Curtis *et al.* 2015). À l'automne 2016, il a été signalé pour la première fois dans les eaux américaines de la mer des Salish proprement dite (Yamada *et al.* 2017) et les données issues de la modélisation océanique et des analyses génétiques laissent entendre des origines côtières au moyen du transport des larves (Brosseale *et al.* 2019). L'inversion du courant et les températures plus chaudes permettant la survie des larves associées aux périodes d'El Niño ont été considérées comme des facteurs de cette invasion dans la mer des Salish. En juillet 2020, des crabes verts ont été signalés pour la première fois à Skidegate Inlet, Haida Gwaii. Plusieurs crabes verts ont été signalés dans certaines parties de la côte centrale de la Colombie-Britannique, bien que les efforts de relevé soient limités. Des crabes verts au stade larvaire ont été détectés dans les traits de plancton dans le port de Prince Rupert en 2018, mais le piégeage des adultes n'a pas permis de détecter cette espèce (T. Therriault, données non publiées).

Lorsque le crabe vert envahit de nouvelles zones, il peut avoir des effets dévastateurs sur l'environnement et l'économie locale. Comme le crabe vert est rustique et peut être présent en très grand nombre, il peut décimer les pêcheries de mollusques productives et supplanter les espèces indigènes en ce qui concerne la nourriture et l'espace (Grosholz *et al.* 2000; Audet *et al.* 2003; Miron *et al.* 2005; Pickering et Quijón 2011; Matheson et Gagnon 2012a; Matheson et McKenzie 2014; Tan et Beal 2015). Les pêcheurs de homard ont exprimé leur inquiétude (MPO 2016, 2017) quant à l'avenir de la pêche au homard grâce à leurs observations du crabe vert et aux activités d'atténuation qui ont lieu à T.-N.-L. Par exemple, des recherches récentes laissent entendre que le crabe vert détecte les appâts plus rapidement que les homards et interfère avec la capacité du homard à entrer dans le piège (Rayner 2018; Rayner et McGaw 2019). Des éléments probants provenant de T.-N.-L., de la N.-É. et de la Nouvelle-Angleterre (États-Unis) indiquent que les crabes verts adultes peuvent être d'importants prédateurs des homards juvéniles (McKenzie 2011; Haarr et Rochette 2012), tandis que sur la côte ouest, la prédation par le crabe vert des crabes dormeurs juvéniles (*Cancer magister*) est préoccupante (McDonald *et al.* 2001). Dans des régions comme le N.-B. et la N.-É., où le crabe vert est présent depuis de nombreuses années, le homard semble reconnaître le crabe vert comme une proie et on a constaté qu'il le consomme, comme l'ont démontré des études en laboratoire (Rossong *et al.*, 2006). En outre, le crabe vert est utilisé en tant qu'appât pour les pêches commerciales au homard. À T.-N.-L., plusieurs essais menés par des pêcheurs et des études expérimentales menées par des chercheurs ont révélé une moindre attraction du crabe vert par rapport aux appâts traditionnels utilisés dans les pièges à homards (Rayner et McGaw 2019; Zargarpour *et al.* 2019). Il est interdit d'utiliser le crabe vert comme appât dans la pêche commerciale du homard à T.-N.-L. afin de prévenir l'introduction et la propagation du crabe vert dans d'autres régions de la province.

Le crabe vert est considéré comme un ingénieur de l'écosystème, car il creuse dans les sédiments pour s'enterrer et chercher des proies, ce qui a été lié à la destruction des herbiers de zostère qui constituent un habitat essentiel pour de nombreux poissons et mollusques

juvéniles d'importance commerciale sur les deux côtes du Canada (Miron *et al.* 2005; Garbary *et al.* 2014; Matheson *et al.* 2016; Howard *et al.* 2019).

La Direction des sciences de Pêches et Océans Canada (MPO) piège les crabes verts à des fins de détection précoce et/ou de surveillance (Gillespie *et al.* 2007; MPO 2011; McKenzie 2011; Vercaemer *et al.* 2011; Simard *et al.* 2013; Bernier *et al.* 2020) et de recherche sur les répercussions (Rossong *et al.* 2012; Matheson *et al.* 2016; Best *et al.* 2017; Zargarpour *et al.* 2019) depuis la création du Programme sur les espèces aquatiques envahissantes du MPO en 2006. En partenariat avec les intervenants et les groupes autochtones, le MPO a développé des connaissances importantes sur le crabe vert et sur son piégeage. Le protocole normalisé de relevé et de surveillance du crabe vert élaboré en 2008 utilise le piège à crabe de Fukui qui a été précédemment utilisé par Gillespie *et al.* (2007) en Colombie-Britannique.

À la suite de la découverte de crabes verts dans la baie Placentia (T.-N.-L.) en 2007, un atelier sur le crabe vert a été organisé avec les intervenants, y compris les pêcheurs, afin d'examiner les mesures à prendre dans la baie Placentia. Plusieurs options ont été étudiées, et le prélèvement par piégeage a été recommandé. Un comité consultatif sur les espèces aquatiques envahissantes de T.-N.-L. a été créé en 2007 pour coordonner les communications entre les intervenants, les groupes autochtones et les autres partenaires et pour établir les priorités en matière de détection précoce, de surveillance, de recherche et d'intervention concernant les EAE dans la province (McKenzie *et al.* 2016). Un processus de consultation régionale des Sciences du Canada sur le crabe vert envahissant a eu lieu à St. John's, à T.-N.-L., le 17 mars 2010. Ce processus de consultation régionale a été réalisé à la demande des secteurs des politiques ainsi que de l'économie et des océans du MPO de T.-N.-L. afin de fournir un avis scientifique sur l'état du crabe vert envahissant et sur les options d'atténuation et de contrôle de cet envahisseur à forte incidence. L'avis scientifique (MPO 2011) a permis de déterminer les lacunes critiques de la recherche pour soutenir les avis scientifiques dont les gestionnaires ont besoin pour prendre des décisions concernant la propagation, l'incidence, l'atténuation et le contrôle. La Direction des sciences du MPO de T.-N.-L. délivre depuis 2008 des permis de pêche expérimentale pour des études de recherche et de contrôle du crabe vert aux pêcheurs en partenariat avec le Fish Food and Allied Workers (FFAW), le syndicat des pêcheurs de T.-N.-L., pour des essais d'atténuation en 2008-2009, 2014-2016, 2017-2021. Les pêcheurs individuels, les Premières Nations, les organisations sans but lucratif et les citoyens concernés ont reçu des permis de pêche expérimentale dans le cadre d'un programme d'intendance à l'échelle de la province. Toute prise de crabe vert était détruite comme condition de ces permis (soit par congélation pendant sept jours, soit par écrasement) et n'était pas autorisée comme appât. Quelques études pilotes ont été menées sur l'utilisation pour le compost, les engrais et la chitine (Khiari *et al.* 2020).

Dans la région du Golfe du MPO, le crabe vert est devenu une préoccupation particulière pour la pêche de l'anguille et la conchyliculture en raison de sa propagation et de son abondance accrues vers le nord dans le sud du golfe du Saint-Laurent à partir de 1994-2015. De 2001 à 2017, une politique de contrôle des espèces nuisibles a permis aux personnes et aux organisations qui subissaient les effets négatifs du crabe vert de demander un permis en vertu de cette politique à des fins de contrôle. En raison de l'abondance croissante du crabe vert et de la réduction des captures d'anguilles américaines dans certaines zones, une pêche pilote du crabe vert a été mise en place à partir de 2015-2017, où les pêcheurs commerciaux d'anguilles pouvaient temporairement échanger leurs permis de pêche à l'anguille contre des permis de pêche du crabe vert. Cependant, le marché limité du crabe vert a entraîné une baisse de l'intérêt et de la participation à cette pêche pilote à mesure qu'elle progressait, ce qui a finalement conduit à son arrêt en 2018. Aucune restriction n'a été mise en place sur l'utilisation finale du crabe vert par les pêcheurs au cours de cette pêche pilote (2015-2017).

La région des Maritimes du MPO a lancé une pêche pilote du crabe vert en 2011, tout comme la région du Golfe du MPO. Cette pêche pilote a conduit avec succès à la mise en œuvre d'une pêche commerciale du crabe vert (ouverte dans le sud-ouest et l'est de la N.-É. uniquement) en 2014, dans laquelle les pêcheurs peuvent pêcher et vendre leurs prises de crabe vert vivantes ou mortes et conserver toutes les tailles et tous les sexes. Les pêcheurs commerciaux du sud-ouest et de l'est de la N.-É. peuvent également conserver les prises accessoires de crabe vert pour leur propre usage (appât ou vente). La région des Maritimes du MPO permet également de pêcher le crabe vert avec des permis de pêche d'appât, lorsqu'il est destiné à être utilisé exclusivement comme appât pour le titulaire du permis.

La découverte initiale de crabes verts dans la mer des Salish en 2016 a suscité une réaction similaire à celle de la découverte à T.-N.-L. Des représentants des Sciences du MPO, du Washington Department of Fish and Wildlife, de la WA Sea Grant's Crab Team et de l'Université de Washington ont élaboré un plan d'action bilatéral pour le crabe vert européen dans la mer des Salish. Ce plan assure une réaction uniforme et coordonnée au crabe vert dans la mer des Salish à travers de multiples territoires de compétence et facilite la consultation des Premières Nations, des intervenants et du public. Le plan présente six objectifs généraux, orientés vers l'action, assortis de stratégies, d'actions et de mesures du rendement précises, notamment : 1) une réponse de gestion collaborative, 2) la prévention de l'introduction et de la propagation par l'homme, 3) la détection précoce du crabe vert, 4) l'éradication rapide des nouvelles populations, 5) le contrôle des sites infestés et 6) la réalisation de recherches pour améliorer la gestion. Ce plan a été officiellement approuvé par les organismes fondateurs et des efforts sont en cours pour surveiller et contrôler le crabe vert dans les eaux communes de la mer des Salish. Après la détection du crabe vert à Haida Gwaii en 2020, les Sciences et la Gestion des EAE du MPO ont travaillé par l'entremise d'un groupe de travail technique haïda existant pour entreprendre le piégeage de délimitation (par l'entremise d'un entrepreneur en raison de la COVID) et établir des objectifs de gestion.

Les conditions de délivrance des permis de pêche expérimentale et de contrôle en vertu de l'article 52 du *Règlement de pêche* (dispositions générales) précisent que le crabe vert ne peut pas être vendu (comme appât ou autre) et que les prises doivent être détruites et éliminées par le titulaire du permis (souvent dans des décharges ou d'autres lieux dans les hautes terres). Dans la région du Golfe, les prises accessoires de crabe vert dans la pêche commerciale du crabe commun (*Cancer irroratus*) et de l'anguille d'Amérique au verveux peuvent être conservées, mais il n'existe actuellement aucune exigence quant à l'utilisation finale du crabe vert provenant de ces pêches particulières et ils peuvent toujours être utilisés comme appâts.

Le piège Fukui a également été utilisé pour des études d'atténuation et de contrôle (McKenzie 2011; Vercaemer *et al.* 2011; Simard *et al.* 2013; Duncombe et Therriault 2017). D'autres pièges ont été utilisés par le MPO et ses partenaires pour comparer et optimiser le contrôle et le prélèvement (Cosham *et al.* 2016a, 2016b; Vercaemer et Sephton 2016; Bergshoeff *et al.* 2018, 2019; Bernier *et al.* 2020; Poirier *et al.* 2018, 2020). En 2014, plusieurs régions du MPO ont comparé différents pièges utilisés pour le piégeage intense du crabe vert et les résultats ont été présentés lors de l'atelier 2016 sur le crabe vert à St. John's (Vercaemer et Sephton 2016; Bernier *et al.* 2020; C.H. McKenzie, N. Simard, T. Therriault, données non publiées rapportées ici). En plus des études publiées, il existe plusieurs autres activités de piégeage d'atténuation qui ont été menées ou sont prévues mais qui sont actuellement des observations non publiées qui peuvent fournir des renseignements supplémentaires sur le piégeage du crabe vert.

Les connaissances acquises au moyen de ces études portent notamment sur le cycle vital et la biologie de l'espèce, la dynamique de ses populations, les types d'engins utilisés pour la capturer, et dans certains cas, les captures par unité d'effort (CPUE) associées à ces engins (p. ex. pièges Fukui, verveux), de même que les prises accessoires, les mesures de contrôle et

les stratégies d'atténuation connexes. Toutefois, une grande partie de ces connaissances n'ont pas encore été recensées officiellement dans le cadre d'un examen exhaustif pouvant être appliqué à la gestion des EAE.

Le PNEAE du MPO a demandé un avis scientifique sur le piégeage du crabe vert, car il est essentiel pour les activités de gestion et d'atténuation, y compris la détection précoce, la détermination des répercussions sur les espèces indigènes et leur habitat, et les efforts de lutte pour empêcher la dégradation des écosystèmes et les pertes dans les pêches commerciales. Afin que les connaissances scientifiques du MPO puissent se traduire en mesures de gestion, l'information relative aux diverses techniques et stratégies de prélèvement doit être intégrée aux processus décisionnels et doit être adaptable à différentes situations, et les objectifs de piégeage, en fonction de la capacité opérationnelle.

Les objectifs de cet examen des méthodes de piégeage du crabe sont les suivants :

1. Examiner et caractériser les engins qui sont utilisés pour piéger le crabe vert envahissant sur les côtes du Pacifique et de l'Atlantique au Canada, en tenant compte des objectifs précis du piégeage (p. ex. détection précoce, évaluation des répercussions sur les écosystèmes, contrôle des populations) et des différences entre les diverses technologies en ce qui concerne l'habitat, le stade biologique de l'organisme, les prises accessoires et la capture par unité d'effort (CPUE).
2. En se fondant sur cet examen, fournir des recommandations sur le type d'engin à utiliser pour piéger le crabe vert, en tenant compte de la faisabilité et de la logistique.
3. Les lacunes dans les connaissances seront déterminées en ce qui concerne les méthodes de piégeage.

L'objectif de cet avis est de fournir aux gestionnaires des EAE une vue d'ensemble des renseignements pertinents existants concernant le piégeage du crabe vert. Le coût des pièges, des engins et la faisabilité économique de toute méthode de piégeage ne sont pas fournis, car ils dépassent la portée de l'avis scientifique. Ces renseignements sur le piégeage du crabe vert pourraient être intégrés par les gestionnaires pour produire un outil de prise de décision orientant les mesures liées aux activités de détection précoce, de réponse rapide et de gestion du contrôle.

2. SOURCES D'INFORMATION (MÉTHODE D'EXAMEN)

Sur les 69 projets de recherche examinés, 54 étaient des études examinées par les pairs, sélectionnées dans la littérature plus large sur le crabe vert, ciblant les études qui se concentrent principalement sur les méthodes de piégeage et les comparaisons ainsi que les renseignements sur le piégeage fournis dans le cadre d'une étude d'incidence ou de population. En plus de ces publications primaires, 15 projets canadiens non publiés qui utilisaient des pièges pour capturer le crabe vert afin d'atteindre un résultat souhaité ont également été examinés (annexes 1 et 2). L'examen se concentrait sur les méthodes canadiennes de piégeage du crabe vert; toutefois, plusieurs études nord-américaines et mondiales ont été incluses pour élargir la comparaison. Nous avons divisé ces articles en trois catégories, en fonction de l'utilisation principale des pièges : « Recherche », « Détection précoce et/ou surveillance » et « Atténuation ». Les études de la catégorie « Recherche » étaient celles qui évaluaient ou comparaient directement le rendement des pièges, qui utilisaient le piégeage dans le but principal de décrire de nouveaux aspects de la biologie du crabe vert (p. ex. le piégeage pour déterminer l'utilisation de l'habitat), ou qui utilisaient des pièges pour recueillir des crabes verts pour des études en laboratoire. Les études de la catégorie « Détection précoce et/ou surveillance » étaient celles qui utilisaient le piégeage pour détecter la présence

du crabe vert, décrire l'aire de répartition, la distribution et l'abondance, et/ou décrire le taux d'expansion ou de propagation dans les zones où le crabe vert est envahissant. Enfin, les études de la catégorie « Atténuation » étaient celles qui utilisaient le piégeage pour effectuer des efforts de prélèvement ou d'atténuation des populations envahissantes de crabe vert. Sur les 54 études examinées par les pairs et les 15 projets non publiés examinés, 19 utilisaient le piégeage à des fins de recherche, 33 utilisaient le piégeage à des fins de détection précoce et/ou de surveillance, et 17 utilisaient le piégeage à des fins d'atténuation (figure 1).

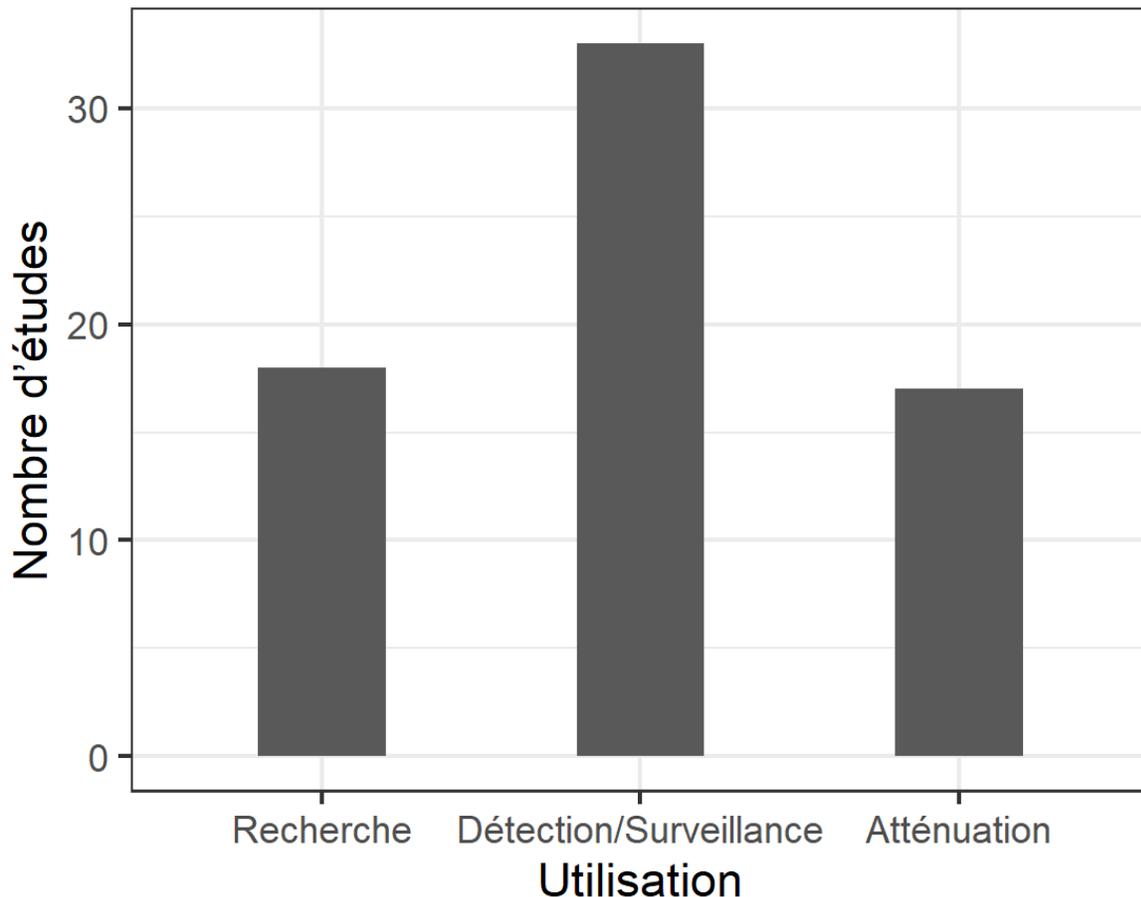


Figure 1. Catégorisation des documents scientifiques sur le crabe vert examinés par les pairs selon que le piégeage était utilisé à des fins de recherche, de détection/surveillance ou d'atténuation.

Dans les 69 articles et projets examinés, les pièges ont été regroupés par structure physique/fonctionnalité en huit grandes catégories de pièges, à savoir : les pièges à poissons/crabes pliables, les pièges à anguilles, les pièges à vairons/écrevisses, les pièges à caisson, les pièges coniques, les pièges cylindriques, les pièges « autres » et les filets. Les pièges regroupés dans la catégorie « autres » ne correspondaient pas à la structure/fonction des pièges de l'une des principales catégories, ou pour lesquels le document original ne contenait pas suffisamment de renseignements descriptifs pour être regroupés dans une catégorie particulière. Dans de nombreux cas, les pièges ont été modifiés (tableau 1) tout en conservant la même fonctionnalité que les autres pièges de la même catégorie, et nous avons donc regroupé ces variantes dans la catégorie générale de pièges appropriée pour notre description de l'utilisation des pièges. Par exemple, trois variantes de pièges à poissons/crabes pliables ont été utilisées, à savoir les pièges Fukui, Promar et Morenot, mais tous sont

répertoriés dans la catégorie des « pièges à poissons/crabes pliables ». Dans nos trois principales catégories d'utilisation, l'utilisation du type de piège varie, mais dans toutes les études et tous les projets, l'utilisation de pièges à poissons/crabes pliables domine (figure 2).

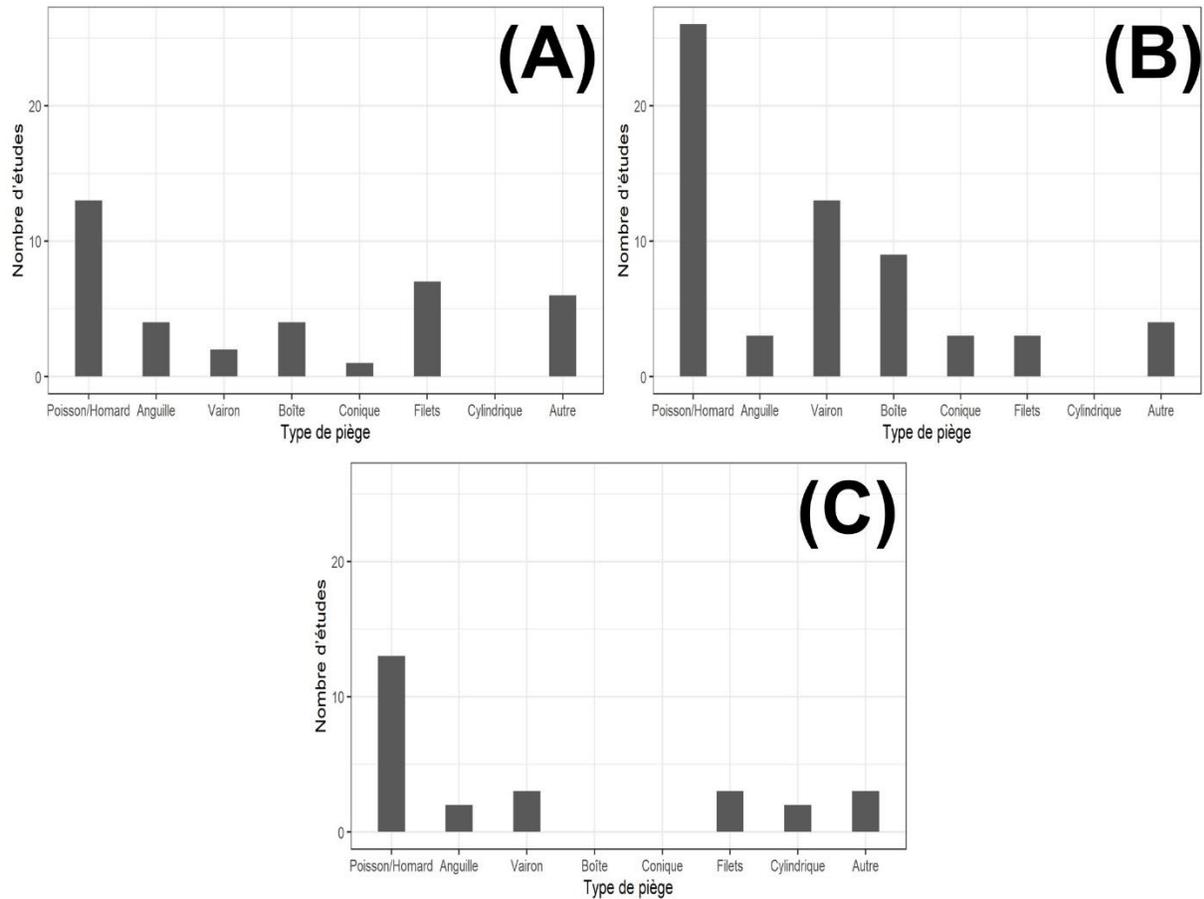


Figure 2. Utilisation des pièges par objet d'étude. Le panneau (A) indique les pièges utilisés pour la recherche, (B) indique les pièges utilisés pour la détection précoce et la surveillance, et (C) indique les pièges utilisés pour l'atténuation.

3. MÉTHODES DE PIÉGEAGE (RÉSULTATS)

3.1. TYPE DE PIÈGE

Quinze pièges ont été classés par type et par utilisation au Canada (tableau 1) et 13 autres pièges utilisés pour le piégeage du crabe vert ailleurs en Amérique du Nord et dans d'autres parties du monde ont été examinés (tableau 2). Les pièges sont répertoriés en fonction de leur forme fonctionnelle, de leur utilisation principale ou de leur style de piégeage et comprennent : les pièges à poissons/crabes pliables, les pièges à anguilles, les pièges à vairons (y compris les écrevisses), les pièges à caisson, les pièges coniques, les pièges cylindriques et les filets. Le tableau comprend les caractéristiques du piège ainsi que leur utilisation ou le but du piégeage. Des photographies des pièges utilisés au Canada sont présentées aux figures 3 à 9. Le tableau 2 fournit des renseignements sur d'autres pièges utilisés à l'extérieur du Canada et indique également les caractéristiques, le but du piégeage et le lieu. Aucune photographie n'est fournie, mais ces renseignements peuvent être trouvés dans les références citées.

3.1.1. Pièges à poissons/crabes repliables (p. ex. piège Fukui)

Les pièges pliables (y compris les pièges Fukui) sont largement utilisés pour la détection précoce, la surveillance, l'atténuation et la recherche au Canada (C.-B. – Duncombe et Therriault 2017; N.-B. – Bernier *et al.* 2020; N.-É. – Vercaemer et Sephton 2016, Poirier *et al.* 2020; T.-N.-L. – Bergshoeff *et al.* 2019; Québec – Simard *et al.* 2013), aux États-Unis (Yamada *et al.* 2005; Kelley *et al.* 2015; Young *et al.* 2017), en Australie (Hewitt et Martin 2001) et en Tasmanie (Thresher *et al.* 2003). Les pièges Fukui sont les pièges standard que le MPO utilise pour les relevés, la surveillance et la recherche relatifs au crabe vert au Canada (tableau 1; figure 3 A). Ces pièges sont légers et pliables, ce qui les rend idéaux pour la surveillance à grande échelle (Bernier *et al.* 2020).

Plusieurs modifications ont été recommandées pour améliorer l'efficacité des pièges Fukui pour capturer le crabe vert (Bergshoeff *et al.* 2019). La modification d'assistance, une fine bande de toile moustiquaire en fibre de verre placée à l'intérieur du piège à côté de l'entrée a permis aux crabes verts de se tirer eux-mêmes à l'intérieur du piège plus efficacement et a augmenté la CPUE de 81 % par rapport au piège Fukui standard (Bergshoeff *et al.* 2019). Cependant, cette modification était fastidieuse et manquait de durabilité, de sorte que la conception devrait être améliorée pour la rendre plus pratique pour les efforts de prélèvement à grande échelle (Bergshoeff *et al.* 2019). La modification du lest, qui utilise trois plombs coulés de 1 oz avec des œilletons en laiton fixés aux lèvres inférieures de chaque fente d'entrée, a augmenté la CPUE de 59 % par rapport au piège Fukui standard (Bergshoeff *et al.* 2019). Cette conception a nécessité le moins de temps et d'efforts, était durable, ne nécessitait aucun entretien et pourrait être un outil pratique pour les efforts à grande échelle visant à capturer le crabe vert (Bergshoeff *et al.* 2019). Cette modification a été adaptée pour le projet quinquennal de restauration des zostères du Marine Institute, financé par le Programme de restauration côtière du MPO dans la baie Placentia (M. Clarke, comm. pers.). Une modification différente de la maille des panneaux de toile de moustiquaire en fibre de verre attachés au sommet et à l'entrée de chaque piège, a conduit à une augmentation de 29 % de la CPUE par rapport à la conception standard du piège Fukui (Bergshoeff *et al.* 2019). Cependant, il peut avoir empêché les plus gros crabes d'entrer dans le piège et la fixation de ces panneaux a pris du temps, ce qui peut être difficile pour les efforts de piégeage à grande échelle (Bergshoeff *et al.* 2019). La modification de la cordelette, une cordelette en polyester tressée utilisée pour maintenir l'entrée du piège ouverte, s'est traduite par une faible CPUE et une fréquence élevée d'échappées (Bergshoeff *et al.* 2019). Cette modification était facile à installer mais globalement peu pratique, car la position des cordelettes faisait en sorte qu'il était difficile de sortir les crabes des pièges (Bergshoeff *et al.* 2019).

Il convient toutefois de noter que l'augmentation de la taille de l'entrée pour accroître l'accès au crabe vert peut également avoir des conséquences indésirables, à savoir que les mammifères marins (p. ex. la loutre de rivière, *Lontra canadensis* ou le vison d'Amérique, *Neovison vison*) peuvent y demeurer piégés et se noyer. Pour éviter cela, des câbles ou d'autres attaches ont été utilisés à T.-N.-L., en C.-B. et dans l'État de Washington (WA) pour réduire la taille globale de l'entrée afin d'empêcher le piégeage d'autres espèces plus grandes, en particulier lorsqu'ils sont utilisés par des scientifiques citoyens ou le public (Grason *et al.* 2019). Le fait de placer les pièges bien en dessous de la marée la plus basse, afin que les pièges ne soient pas exposés hors de l'eau, peut également empêcher d'autres espèces de pénétrer dans les pièges.

L'une des limites de ce piège est qu'il n'y a pas de trappes d'échappement, de sorte que le piège pourrait continuer à pêcher indéfiniment s'il était perdu. Le PNEAE de la C.-B. exige une modification imposant l'utilisation d'une attache biodégradable (qui se brise avec le temps) comme option rapide pour le piégeage de contrôle par les Premières Nations et les groupes communautaires.

D'autres types de pièges à poissons et à crabes pliables, comme les pièges Promar et Morenot (figure 3 B, C), sont utilisés dans le Pacifique et dans l'Atlantique canadien (C.-B. – McGaw *et al.* 2011; T.-N.-L. – I. McGaw, comm. pers.) aux fins de recherche.

3.1.2. Pièges à anguilles

Des pièges à anguilles cylindriques ont été utilisés dans le Canada atlantique (N.-B., N.-É., Î.-P.-É. – Pouliot 2009; Vercaemer et Sephton 2016; Bernier *et al.* 2020) pour les efforts de surveillance et d'atténuation du crabe vert (tableau 1; figure 4A). Le piège à anguilles modifié est le piège standard utilisé par le ministère des Pêches et des Communautés de l'Î.-P.-É. pour recenser et surveiller le crabe vert et est également utilisé par Parcs Canada (figure 4B). Le parc national Kejimikujik utilise les pièges à anguilles modifiés de Russell pour la surveillance normalisée du crabe vert (figure 4C) [Mersey Tobeatic Research Institute et Parcs Canada 2015]. Le piège à anguilles Russell a été conçu par le pêcheur de Port Mouton (N.-É.) M. Russell Nickerson et a été utilisé pour les efforts de surveillance et d'atténuation du crabe vert au Canada atlantique (N.-É. – Pouliot 2009). Les pièges à anguilles sont conçus pour capturer des poissons, et ne sont pas recommandés pour capturer le crabe vert en raison du grand nombre de prises accessoires de poissons commerciaux (Behrens Yamada et Gillespie 2008).

3.1.3. Pièges à vairons/écrevisses

Des pièges à vairons et/ou à écrevisses sont utilisés pour la détection précoce et la surveillance du crabe vert au Canada (C.-B. – Gillespie *et al.* 2007; N.-É. – Pouliot 2009; QC – Simard *et al.* 2013) et aux États-Unis (CA – Grosholz et Ruiz 1995; MA – Young *et al.* 2017; OR et WA – Yamada *et al.* 2005). Il est important de noter que les pièges à vairons et les pièges à écrevisses ont des entrées de taille différente, bien qu'ils soient souvent désignés de manière interchangeable, même dans les catalogues. Les pièges à écrevisses ont des ouvertures plus grandes et peuvent laisser entrer des crabes verts de 30 à 55 mm (Yamada *et al.* 2005). La petite taille et le faible poids de ces pièges les rendent faciles à transporter pour le déploiement (tableau 1 : figure 5). Cependant, leur faible capacité peut entraîner une saturation rapide des pièges modifiés, en particulier dans les zones à forte abondance de crabes verts, ce qui peut permettre aux crabes de s'échapper et réduire l'entrée des crabes par intimidation (Young *et al.* 2017). Les pièges à vairons ont été modifiés pour capturer des crabes verts plus grands en étirant les ouvertures à 5 cm (Young *et al.* 2017) et 6 cm de diamètre (Gillespie *et al.* 2007). Les pièges à vairons non modifiés qui excluent les plus gros crabes verts peuvent capturer des crabes verts plus petits et juvéniles, mais la comparaison directe de la CPUE avec d'autres pièges comme le piège Fukui est alors problématique et déconseillée, car les pièges ciblent des parties différentes de la population de crabes verts. En C.-B., le programme de surveillance du PNEAE utilise des pièges à vairons (modifiés) pour la détection précoce dans de nouveaux endroits et sont souvent déployés en combinaison avec le piège standard de Fukui dans le but de cibler une plus grande gamme de tailles de crabes verts.

3.1.4. Piège à caisson

Le piège à crevettes modifié de Russell a été conçu par le pêcheur de Port Mouton (N.-É.) M. Russell Nickerson et est communément appelé piège à crevettes de Russell ou piège Russell (tableau 1; figure 6A). Ce piège est utilisé au Canada atlantique (N.-B., N.-É., Î.-P.-É. – Pouliot 2009; Vercaemer et Sephton 2016; Bernier *et al.* 2020) pour les activités de surveillance et d'atténuation relatives au crabe vert, y compris pour des prélèvements à grande échelle (Mersey Tobeatic Research Institute et Parcs Canada 2015). Il a été utilisé régulièrement par Parcs Canada dans les estuaires du parc national Kouchibouguac et a été utilisé pour le

piégeage intensif dans le parc national Kejimikujik Bord de mer (estuaire de Little Port Joli) où 1,5 million de crabes verts ont été prélevés entre 2010 et 2014 (C. McCarthy, comm. pers. dans Vercaemer et Sephton 2016). Le piège Delbert a également été utilisé à l'Î.-P.-É. pour la détection précoce et l'atténuation (Joseph *et al.* 2021, figure 6B). Le piège Russell et d'autres pièges à caisson ordinaires similaires sont également utilisés à WA, car leur taille plus importante et leur construction robuste constituent une bonne solution de rechange au piège Fukui, plus léger et plus petit (P.S. McDonald, comm. pers.).

3.1.5. Pièges coniques

Le piège conique de Luke est utilisé à l'Î.-P.-É. aux fins de détection précoce et d'atténuation (Joseph *et al.* 2021, tableau 1, figure 7A).

Le casier à buccins modifié est utilisé dans l'est du Canada par le MPO de Terre-Neuve-et-Labrador (Blakeslee *et al.* 2010; McKenzie 2011) et la région du Québec (Simard *et al.* 2013) pour les activités de surveillance précoce et d'atténuation relatives au crabe vert. Ce casier a été jugé lourd, difficile à manipuler, et les crabes ont pu se placer sur le dessus du piège et se nourrir de l'appât sans entrer dans le piège (C.H. McKenzie, données non publiées), (figure 7B). Cependant, une personne anciennement de Grey River Netting (T.-N.-L.) et actuellement en C.-B. a fabriqué une version modifiée du casier à buccins en utilisant un cadre métallique plus léger. Ces casiers sont réputés capturer un plus grand nombre de crabes que les casiers à crabes pliables de Morenot. De plus, les prises accessoires de mammifères, comme les loutres de rivière, n'ont pas été un problème avec ces pièges, car les loutres peuvent s'échapper par l'ouverture supérieure et, dans certains cas, les loutres ont utilisé ces pièges comme postes d'alimentation (D. Anderson, comm. pers.).

Le casier modifié pour le crabe des neiges a été utilisé dans l'est du Canada (T.-N.-L. – C.H. McKenzie, données non publiées) par le MPO de la région de T.-N.-L. dans le cadre des activités de surveillance précoce et d'atténuation. D'autres casiers à crabe similaires ont été utilisés pour la détection précoce et la surveillance aux îles de la Madeleine (Paille *et al.* 2006; Simard *et al.* 2013). Ces casiers ont également été jugés trop grands et trop lourds pour être manipulés et déplacés sur le rivage et pour être utilisés et déployés sur de petits navires (p. ex. de moins de 6 m).

3.1.6. Autres pièges

Les pièges à homards en bois ont été modifiés de manière à ce que les lattes de bois soient placées plus près les unes des autres et qu'ils n'aient pas d'évents d'échappement (anneau d'échappement) afin de les rendre adaptés à la pêche du crabe vert (Simard *et al.* 2013). Ces pièges ont été utilisés pour la détection précoce et la surveillance dans le Canada atlantique (QC – Paille *et al.* 2006; Simard *et al.* 2013), mais ils se sont avérés trop grands et trop lourds pour être manipulés et déplacés sur le rivage et pour être utilisés et déployés sur de petits navires (p. ex. de moins de 6 m).

3.1.7. Filets

Les verveux sont généralement utilisés pour la pêche de l'anguille d'Amérique, mais sont utilisés au Canada atlantique (Î.-P.-É. – Audet *et al.* 2008; Poirier *et al.* 2020; QC – Simard *et al.* 2013) dans le cadre des activités de surveillance et de recherche relatives au crabe vert (figure 9A). Les verveux capturent tout ce qui passe dans le filet, quelle que soit sa taille (Audet *et al.* 2008), contrairement aux pièges appâtés qui sont plus sélectifs sur le plan de la taille, ce qui les rend plus efficaces pour l'étude des populations. Cependant, en raison de leur non-sélectivité, ils capturent également beaucoup plus de prises accessoires que les pièges

appâtés. Il y a eu quelques variations de ce système en ce qui concerne la longueur du guideau. Par exemple, Poirier *et al.* (2020) ont utilisé un guideau de 10 m alors que Audet *et al.* (2008) ont utilisé un guideau de 4,6 m.

Des sennes de plage sont utilisées aux fins de détection précoce, de surveillance et de recherche sur l'habitat/les répercussions au Canada atlantique, en particulier dans le cadre des relevés sur la biodiversité du crabe vert effectués avant 2013 (T.-N.L. – Blakeslee *et al.* 2010; Matheson *et al.* 2016; QC – Simard *et al.* 2013; Golfe – R. Bernier, comm. pers.). En Colombie-Britannique, on a capturé des crabes verts de façon opportuniste alors qu'on ciblait d'autres espèces/habitats (T. Therriault, comm. pers.). Des sennes de plage ont été utilisées dans le cadre des premiers relevés à T.-N.-L., mais celles-ci se sont révélées plutôt inefficaces pour capturer le crabe vert. Afin d'examiner l'efficacité des sennes de plage pour capturer le crabe vert, un plongeur en scaphandre a suivi une senne de plage pour observer quelle proportion de crabes verts n'a pas été capturée dans la senne. Le plongeur a observé que la senne de plage ne permettait de capturer qu'environ 20 % des crabes verts, car beaucoup s'enfouissaient dans la boue sous le filet ou grimpaient par-dessus le filet pour s'échapper (C.H. McKenzie, comm. pers.). En outre, le taux de prises accessoires et l'effort nécessaire pour déployer les sennes de plage sont élevés (C.H. McKenzie, comm. pers.).

3.1.8. Pièges utilisés à l'extérieur du Canada

Les autres pièges utilisés à l'extérieur du Canada sont indiqués dans le tableau 2. Veuillez noter que les pièges du tableau 1 utilisés dans d'autres parties du monde sont indiqués dans le texte sous chaque type de piège. Plusieurs pièges modifiés ont été développés dans le Maine et examinés par Young *et al.* (2017).

Le piège « Acer » a été conçu et construit par Ace Simmons de la Maine Clammer's Association et Russel Brazier de la Brazier Trap Company; il est similaire aux pièges à anguilles cylindriques modifiés mais est beaucoup plus grand. De dimensions similaires, le piège « Blanchard » a été conçu et fabriqué par Andy Blanchard, à Scarborough, ME (États-Unis). Les deux pièges sont utilisés pour les efforts de surveillance et d'atténuation relatifs au crabe vert dans l'est des États-Unis (MA – Beal 2014; Young *et al.* 2017). Ils laissent entendre que ces pièges pourraient être utilisés commercialement en Nouvelle-Angleterre, surtout s'ils sont utilisés dans des eaux à forts courants avec un bateau et un véhicule de collecte de taille suffisante (Young *et al.* 2017).

Un piège à anguilles rectangulaire est fabriqué par Brooks Trap Mill (Thomaston, ME, États-Unis) et a été utilisé pour surveiller et contrôler les populations de crabes verts dans l'est des États-Unis (Young *et al.* 2017).

Le piège à homard standard sans évent a été utilisé pour la surveillance, l'éducation et la recherche liées au crabe vert dans l'est des États-Unis (ME – Webber 2013; NH – Goldstein *et al.* 2017).

Le piège « Terminator » est basé sur la conception du piège de Russell Nickerson, Port Mouton (N.-É.) et a été utilisé pour les activités de surveillance et d'atténuation du crabe vert dans l'est des États-Unis (Young *et al.* 2017). Il est indiqué qu'il conviendrait à la pêche commerciale du crabe vert en Nouvelle-Angleterre, notamment s'il est utilisé dans des eaux à forts courants avec un bateau et un véhicule de collecte de taille suffisante (Young *et al.* 2017).

Le piège « Ketcham » est un piège à caisson de style Cuttyhunk Island (Massachusetts) modifié, conçu et fabriqué par Ketcham Traps Company, New Bedford, MA (É.-U.) [Young *et al.* 2017]. Il est utilisé pour les activités de surveillance et d'atténuation relatives au crabe vert dans l'est des États-Unis (Young *et al.* 2017). Ce piège est petit, ce qui permet un transport et un

virage faciles, mais en raison de sa capacité limitée, il n'est pas recommandé pour les efforts de prélèvement à grande échelle (Young *et al.* 2017).

Le piège à caisson « à parois inclinées » est fabriqué par Brooks Trap Mill (Thomaston, ME, États-Unis) et a été utilisé pour surveiller et atténuer les populations de crabes verts dans l'est des États-Unis (MA – Young *et al.* 2017).

Des pièges Fulton ont été utilisés pour étudier la répartition spatiale et temporelle ainsi que la démographie des populations de crabe vert dans le New Hampshire, aux États-Unis (Fulton *et al.* 2013). Alors que des pièges Mabin ont été utilisés pour étudier la répartition et l'abondance du crabe vert en Afrique du Sud avec des collecteurs de colonies artificielles, et des « condos à crabes » pour les larves et les crabes les plus petits (Mabin *et al.* 2017; Mabin 2018).

Des pièges à fosse ont été réalisés à l'aide de seaux de 20 L enfoncés dans le substrat d'un rivage dans la zone intertidale haute pour prélever principalement des crabes verts jeunes de l'année. Ils sont enterrés et remplis d'eau de mer de sorte que le bord du seau affleure la surface du substrat (Yamada *et al.* 2005). Le piège à fosse a été remplacé par des pièges à écrevisses plus efficaces dans l'État de Washington pour les petits crabes verts (S. Yamada, comm. pers.). Ils sont utilisés pour la surveillance du crabe vert dans l'ouest des États-Unis (CA – Grosholz et Ruiz 1995; OR et WA – Behrens Yamada). Ces pièges doivent également faire l'objet d'une attention particulière afin d'éviter la mort des prises accessoires, le remblai des sédiments et les risques de blessures humaines.

Le piège « trapézoïdal » est fabriqué par Brooks Trap Mill (Thomaston, ME, États-Unis) et est utilisé pour surveiller et atténuer les populations de crabes verts dans l'est des États-Unis (MA – Young *et al.* 2017). Il s'agit d'un piège à profil bas et de poids modéré, raisonnablement facile à transporter, qui capture un grand nombre de crabes, et qui est suggéré pour le piégeage commercial en Nouvelle-Angleterre ou pour les efforts de prélèvement à grande échelle du crabe vert (Young *et al.* 2017). Le filet de Drop, aussi appelé verveux, a été utilisé pour la recherche sur le crabe vert en Europe (Danemark – Aagaard *et al.* 1995; Angleterre – Rewitz *et al.* 2004; Portugal – Queiroga 1993).

3.2. CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA MÉTHODE DE PIÉGEAGE

Plusieurs facteurs doivent être pris en compte en plus du type de piège dans le cadre du piégeage du crabe vert, notamment la logistique du déploiement, les variations de l'environnement, le comportement du crabe vert et l'utilisation des renseignements sur les prises accessoires (p. ex. CPUE, taille, sexe, prises accessoires) comme indicateur du succès du piégeage.

3.2.1. Déploiement

Le déploiement des pièges doit tenir compte de facteurs tels que l'appât, le lieu de déploiement, la profondeur (qui varie selon le stade biologique), l'espacement ou la concentration des pièges, et la durée du déploiement (durée d'immersion). Les crabes verts sont généralistes et opportunistes, ce qui est une considération importante dans le cadre de l'évaluation des appâts permettant de les attirer dans les pièges. Bien qu'une large gamme d'appâts ait été utilisée efficacement pour capturer le crabe vert, y compris le calmar, le poisson (hareng, maquereau, morue, flet), les crustacés, le crabe vert et le crabe commun, le thon en boîte, la nourriture pour chats et même l'original en conserve, il y a plusieurs types qui semblent être privilégiés ou être les plus efficaces pour augmenter la CPUE. Une étude comparative des appâts a été menée à T.-N.-L. (Favaro *et al.* 2020), où quatre appâts couramment disponibles ont été utilisés dans les pièges Fukui pour comparer la capture de crabes verts. Parmi les appâts testés, la morue et le calmar sont ceux qui ont donné les CPUE les plus élevées. En pratique, l'adéquation des

appâts sera une décision locale basée sur la disponibilité et le coût. Bien que l'on utilise souvent des appâts congelés, le panache odorant est très important pour attirer le crabe vert, et le fait de décongeler et de découper l'appât apporte une odeur supplémentaire. Les utilisateurs doivent faire attention aux brûlures de congélation et à la « durée de conservation », qui peuvent avoir une incidence sur l'efficacité des appâts congelés. Une étude menée à North Harbour, T.-N.-L., à l'aide d'appâts rafraîchis quotidiennement et d'appâts laissés plus de 24 heures a montré que les appâts frais avaient un taux de capture plus élevé au cours d'expériences de trois jours (C.H. McKenzie, obs. pers.). Les utilisateurs doivent également être conscients de la concurrence des appâts. Lors d'un important événement de mortalité de sardines dans le bras de mer Pipestem, en Colombie-Britannique, on a noté que de nombreuses espèces de crabes verts se nourrissaient de cette nouvelle source de proies disponibles et que les CPUE étaient considérablement plus faibles que prévu, car les crabes verts n'étaient pas incités à suivre le panache d'appât dans les pièges (T. Therriault, obs. pers.). Une situation similaire a été observée à T.-N.-L. dans le cadre du piégeage près des quais et des marinas locales où les carcasses de poissons et les appâts excédentaires provenant de la pêche commerciale sont rejetés. Cette abondance de nourriture à l'extérieur du piège peut réduire les captures. Cependant, il constitue également un bon emplacement pour la détection précoce, car les crabes verts de la région sont attirés par le site. L'élimination appropriée des appâts au moment de la planification du piégeage des crabes verts peut également être importante dans certaines zones et ne doit pas se faire dans les habitats sensibles. L'élimination des crabes verts piégés est également un problème et doit être prise en considération, en particulier si de grands volumes de prises sont attendus.

Le crabe vert est un crabe des rivages qui vit principalement dans les eaux côtières, à moins de trois mètres de profondeur. Par conséquent, les pièges sont généralement placés dans les régions subtidales peu profondes, le plus souvent juste en dessous de la ligne marée basse, en fonction de la profondeur de piégeage cible utilisée pour de nombreux relevés en Colombie-Britannique (Gillespie *et al.* 2007). À T.-N.-L., les pièges exposés à marée basse ont également connu une augmentation des prises accessoires de mammifères et sont donc déployés en dessous de la marée basse (C. McKenzie, comm. pers.). Dans le cadre de programmes de science citoyenne dans l'État de Washington, on a placé les pièges dans les zones intertidales pendant la marée montante et on les a récupérés à la marée descendante suivante avant l'exposition (Grason *et al.* 2018). Le piégeage des crabes verts dans les eaux peu profondes depuis le littoral (p. ex. la plage ou d'autres zones intertidales) est pratique pour les scientifiques citoyens, car ils n'ont pas besoin d'un navire pour déployer le piège. Une grande partie du piégeage d'atténuation et d'intendance s'est déroulée près du rivage et a été effectuée par des pêcheurs au homard et à l'anguille et par les Premières Nations, qui utilisaient soit leurs navires, soit le simple déploiement de pièges depuis le rivage. L'utilisation de navires pour déployer et récupérer les pièges augmente également la couverture géographique et permet d'accéder à des zones côtières plus éloignées et à celles qui ne sont pas accessibles depuis la côte. À mesure que l'invasion progresse et que l'abondance du crabe vert augmente, le crabe vert a tendance à se propager dans des eaux légèrement plus profondes (déplaçant le crabe commun indigène au Canada atlantique) et peut être fréquemment trouvé dans les pièges à homard (McKenzie 2011). Une combinaison de piégeage sur le littoral et sur les bateaux s'est avérée efficace pour détecter et piéger le crabe vert, surtout si l'on tient compte des facteurs environnementaux fluctuants (voir ci-dessous).

Le nombre de pièges nécessaires pour différentes stratégies de piégeage (détection précoce contre contrôle) a été étudié, et l'équilibre entre la couverture d'une zone et le surpeuplement de pièges pour une efficacité ultime dépend du degré d'infestation et de la géographie du site. Les premières études (2008, 2009) menées à North Harbour (T.-N.-L.) ont montré qu'il n'était pas nécessaire d'utiliser 60 casiers dans une anse fortement envahie et que 30 casiers

permettaient de capturer un nombre similaire de crabes avec moins d'efforts. L'équilibre entre le nombre efficace de pièges dans une zone et la réduction de l'interférence des pièges sera une décision locale basée sur l'état de l'invasion, l'habitat et la logistique. Les études de marquage du crabe vert ont révélé que les crabes dérivent ou se déplacent sur une distance de plusieurs centaines de mètres au cours d'un cycle de marée et sont facilement attirés par les pièges situés à 100 mètres les uns des autres (McKenzie 2011). Le temps d'immersion standard pour la surveillance du MPO est de 24 heures, mais d'après l'expérience des pêcheurs, les pièges étaient souvent relevés deux fois par jour (c.-à-d. des temps d'immersion d'environ 12 heures) pendant l'atténuation dans la baie Placentia et la baie Fortune (T.-N.-L.), ce qui avait tendance à augmenter les prises dans les zones de forte abondance en raison de la saturation des pièges après seulement quelques heures (Matheson *et al.* en prép.; C.H. McKenzie, comm. pers.). Cependant, en ce qui concerne les efforts d'atténuation en Colombie-Britannique, les temps d'immersion étaient un peu plus longs – 18 à 22 heures (Duncombe et Therriault 2017) et dépendaient de la logistique de l'atténuation. De plus, les temps d'immersion des pièges au Québec étaient de 24 heures pendant la surveillance et de 24 à 48 heures pendant l'atténuation. Dans les zones fortement envahies, cependant, il y a eu des indications de saturation des pièges après seulement quelques heures et les avantages de temps d'immersion plus courts sont étudiés dans le cadre du projet de restauration de la zostère et de piégeage du Marine Institute (C. Ryan, comm. pers.). Cependant, avec un temps d'immersion plus long, le risque de mortalité des prises accessoires est plus élevé.

3.2.2. Environnement

Les facteurs environnementaux qui ont un effet sur le piégeage du crabe vert sont la température, la salinité (p. ex. source d'eau douce), le substrat et la végétation. Les connaissances locales des pêcheurs et des Premières Nations concernant l'environnement local sont souvent précieuses lorsqu'il s'agit de mener des relevés de détection précoce dans de nouvelles zones et de prendre des mesures d'atténuation (Cosham *et al.* 2016).

La température et la salinité sont des indicateurs pour savoir quand et où cibler le piégeage du crabe vert. Bien qu'il y ait des différences régionales, les prises maximales tendent à se produire pendant les mois où la température de l'eau de mer est plus élevée, lorsque les niveaux d'activité de recherche de nourriture des mâles et des femelles sont élevés. Des études de suivi acoustique menées à North Harbour (T.-N.-L.) [2008 et 2009] ont indiqué que lorsque les températures diminuent à la fin du mois d'octobre et en novembre, les crabes verts femelles marqués se déplacent vers des eaux plus profondes (MPO 2011). En hiver, on a signalé des crabes verts sous la glace le long du littoral dans l'ouest de T.-N.-L. (B. Hooper et K. Best, comm. pers.), crabes qui ont été piégés en C.-B., les mâles représentant un plus grand pourcentage des prises. Au cours de la même étude de suivi acoustique des femelles (MPO 2011), les crabes verts femelles semblaient préférer les salinités plus faibles, car on a observé qu'elles se regroupaient autour de la source d'eau douce, près des vasières. D'autres rapports ont montré que les femelles et les crabes verts juvéniles se trouvaient dans des zones à plus faible salinité par rapport aux crabes mâles adultes (Best 2015). Il est intéressant de noter que la majorité des crabes verts piégés à T.-N.-L., en N.-É., au N.-B., à l'Î.-P.-É. et au Québec pendant l'été sont principalement des mâles, la seule exception étant le piégeage pendant la même période dans les lacs Bras d'Or (N.-É.) où la prise prédominante était des femelles, ce qui pourrait être lié à la salinité plus faible à cet endroit. En C.-B., les relevés ont tendance à donner la priorité aux estuaires ou aux plages avec une source d'eau douce constante, car il a été démontré que ces habitats sont favorables au crabe vert par rapport aux crabes indigènes cooccurrents tels que le crabe gracieux (*Cancer gracilis*) et le tourteau rouge (*Cancer productus*) qui sont importants pour influencer l'utilisation de l'habitat par le crabe vert là où ils coexistent (Hunt et Behrens Yamada 2003; Jensen *et al.* 2007).

Les autres facteurs environnementaux importants sont le substrat et la végétation. Rossong (2016) a étudié les différents substrats (sable, gravier, sédiments fins ou boue « en palets ») et l'incidence du crabe vert sur les zones envahies à T.-N.-L. Dans son étude et au cours du relevé et du piégeage de recherche, on a observé que les zones qui présentent des concentrations plus élevées de crabes verts sont généralement constituées de sédiments fins ou de ce que l'on appelle localement de la boue « en palets », avec des prairies de zostères, un cours d'eau douce qui s'écoule dans la zone et la présence d'un banc coquillé (c.-à-d. des palourdes, des moules ou des pétoncles). Si une végétation telle que des algues marines (p. ex. *Fucus* sp., *Ascophyllum nodosum*) est présente le long du rivage, elle offre une excellente protection aux crabes verts récemment installés et aux femelles vulnérables en train de muer ou ayant récemment mué. Lorsqu'on procède au relevé d'une nouvelle zone, les questions importantes pour le public ayant une bonne connaissance locale comprennent l'emplacement connu des bancs coquilliers, des sources d'eau douce, des prairies de zostères et de tout endroit appelé « trou » ou « trou boueux ». Par exemple, à la suite d'un relevé de Port Harmon sur la côte ouest de T.-N.-L., on a découvert en faisant de la plongée sous-marine que les plus fortes concentrations de crabes verts étaient associées aux grandes moulières de la région. En plus de ces connaissances locales, les cartes, les données bathymétriques et les photographies aériennes constituent des sources importantes pour déterminer la pertinence potentielle de l'habitat (p. ex. sources d'eau douce, herbiers de zostères, type de sédiments et variations de la profondeur de l'eau).

Une autre observation environnementale qui a été mentionnée par les pêcheurs pendant leur piégeage d'atténuation et par le MPO est que l'activité accrue du crabe vert et les taux de capture plus élevés peuvent être associés à un temps nuageux et couvert et que les journées ensoleillées semblent atténuer l'activité du crabe vert.

3.2.3. Comportement

La prise en compte du comportement et de la biologie du crabe vert est également importante dans l'élaboration des stratégies de piégeage. Les préférences ou adaptations à la profondeur, le niveau d'activité pendant la journée (jour vs nuit), et les mouvements spatiaux varient selon les stades biologiques ou la maturité et le sexe du crabe vert.

Une étude de la répartition du crabe vert dans la zone récemment envahie de North Harbour (T.-N.-L.) [2007], menée à l'aide de transects en plongée sous-marine perpendiculairement au littoral, a révélé que les petits juvéniles et les femelles vulnérables, en particulier les individus ayant récemment mué, étaient souvent trouvés cachés dans la végétation ou sous les rochers. À mesure que le transect s'étendait dans les eaux plus profondes, il y avait un changement de taille et de sexe avec des mâles et des femelles de taille moyenne vivant dans le milieu du transect, et les zones les plus profondes du transect étant dominées par les plus gros mâles adultes (C.H. McKenzie, données non publiées). En C.-B., on peut trouver des crabes verts de plus grande taille, surtout des mâles, dans les eaux plus profondes, car ils sont mieux à même de concurrencer les gros crabes indigènes. Le biais de capture en faveur des crabes mâles peut également suivre les schémas de reproduction saisonniers des crabes femelles, lorsque l'énergie est allouée à la reproduction plutôt qu'à la recherche de nourriture, et que les crabes verts femelles sont inactifs, évitent la prédation et sont peu susceptibles d'entrer dans les pièges (Klassen et Locke 2007; Audet *et al.* 2008; Best *et al.* 2017; C.H. McKenzie, données non publiées). Au Canada atlantique, les températures plus froides du printemps et de l'hiver (0-2 °C) coïncident avec des saisons de reproduction plus tardives et plus courtes (3-4 mois) pour le crabe vert, qui fraye à T.-N.-L. de juin à août, la majorité des femelles œuvées étant présentes à la fin du mois de juillet (Best *et al.* 2017; M. Clarke comm. pers.). Le piégeage en juin ou juillet au Canada atlantique donne généralement plus de mâles dans la plupart des

endroits, ce qui peut diminuer la proportion de mâles dans la population. Le piégeage au même endroit à différentes périodes de l'année permettra de saisir des données démographiques différentes, en fonction du cycle vital et de la saisonnalité du crabe vert dans la région. Par exemple, en attendant que les femelles aient libéré leurs œufs pour déployer les pièges, on peut cibler les femelles lorsqu'elles commencent à chercher de la nourriture. Cependant, sur la côte ouest de l'Amérique du Nord, les femelles œuvées se développent plus tôt (janvier-février) en raison de l'eau plus chaude (DiBacco et Therriault 2015; Best *et al.* 2017). Les femelles sont plus susceptibles de s'approcher et de pénétrer dans les pièges qui comportent des matériaux d'abri plutôt que des appâts, mais les taux de capture relatifs des femelles œuvées restent faibles (Best *et al.* 2017). Une fois que les femelles ont frayé, le nombre de femelles dans les pièges appâtés a généralement augmenté. Il existe certaines preuves de la mue synchrone des mâles à l'Î.-P.-É. et dans l'État de Washington, ce qui pourrait également avoir des implications pour le piégeage ciblé des femelles et la réduction du nombre de mâles attirés par les pièges (Poirier *et al.* 2016; P.S. McDonald, comm. pers.).

Les femelles et les petits crabes verts peuvent également éviter les pièges qui ont déjà capturé de gros crabes mâles. Les efforts de piégeage intensif visant à contrôler l'abondance du crabe vert ont permis d'observer des prises initiales qui privilégient les gros mâles, mais, alors que le piégeage se poursuit au cours de l'année et au fil des années, le biais en faveur des mâles et des gros crabes diminue (Duncombe et Therriault 2017; Matheson *et al.* en prép.). Comme les crabes verts mâles sont généralement plus gros que les femelles, lorsque les gros mâles sont piégés et prélevés de l'écosystème en premier, la différence de taille moyenne entre les crabes mâles et femelles diminue, et il est moins probable que les mâles entrant dans les pièges en premier dissuadent les femelles en recherche active de nourriture et les autres crabes plus petits (Crothers 1968).

On a signalé des différences de piégeage en fonction des périodes d'immersion : jour ou nuit. Plusieurs pêcheurs disposent de données sur les pièges qui confirment que les taux de capture sont plus élevés dans le cadre du piégeage de nuit. Bergshoeff *et al.* (2018) ont réalisé des observations vidéo pendant les périodes diurnes et nocturnes et ont confirmé une plus grande activité dans le cadre des immersions nocturnes.

3.2.4. Utilisation des renseignements sur les prises

Il est essentiel de comprendre que, bien que le piégeage puisse permettre de prélever un grand nombre de crabes verts, les relevés relatifs au piégeage de prélèvement ne déterminent pas nécessairement les abondances absolues ou la densité d'une population, mais peuvent plutôt fournir une méthode standard comparable pour surveiller et étudier la dynamique des populations sur la base de l'activité de recherche de nourriture (Miller 1980). Lorsqu'il est réalisé selon un plan normalisé et répété, le piégeage peut fournir un indice relatif des changements de population au fil du temps. Cependant, tous les crabes verts d'une population ne sont pas vulnérables au piégeage à un moment donné (Crothers 1968). Par exemple, l'abondance des crabes peut ne pas changer d'une saison à l'autre, mais les fluctuations des niveaux d'activité alimentaire sont parallèles aux changements de la température de l'eau de mer (Breen et Metaxas 2008; Matheson et Gagnon 2012b) et peuvent donner lieu à des prises différentes, en nombre absolu et en ratio de taille ou de sexe. Il est donc essentiel de comprendre le comportement des crabes (comme décrit ci-dessus) et le but des efforts de piégeage pour déterminer le moment et les stratégies de piégeage optimaux.

Pour maximiser les efforts de contrôle, la capture du plus grand nombre de crabes se fera généralement lorsque les crabes sont le plus activement en quête de nourriture (pendant les mois les plus chauds et la nuit) et susceptibles d'entrer dans un piège appâté (Young *et al.* 2017; Bergshoeff *et al.* 2018; C. McKenzie données non publiées). Les gros crabes verts mâles

dominant régulièrement les pièges (McKenzie 2011; Vercaemer *et al.* 2011; Simard *et al.* 2013; Duncombe et Therriault 2017; Matheson *et al.* en prép.). Bien que certains pièges, comme les pièges Fukui, ne capturent pas bien les petits crabes verts (< 30 mm de longueur de carapace [LC]) [Vercaemer *et al.* 2011; Simard *et al.* 2013; Duncombe et Therriault 2017; Matheson *et al.* en prép.], en partie à cause de l'échappée potentielle, cela peut être amplifié par des interactions intraspécifiques compétitives avec les gros crabes pour les proies et les abris qui peuvent conduire à des comportements d'évitement accrus chez les petits crabes (Matheson et Gagnon 2012a). La capture disproportionnée de mâles par rapport aux femelles ou la capture de classes de taille importantes peut modifier la dynamique de la population et représenter des indicateurs précoces de réussite des efforts de piégeage de contrôle, car les petits crabes verts sont plus susceptibles de devenir des proies pour les espèces indigènes et d'avoir des répercussions plus faibles au niveau de l'écosystème, comme la prédation sur les bivalves et la destruction des zostères (Malyshev et Quijón 2011; Matheson et Gagnon 2012b; Matheson et McKenzie 2014; Matheson *et al.* 2016). Cependant, l'élimination des plus grands crabes verts peut également entraîner une augmentation du nombre de plus petits crabes verts (surcompensation) une fois que les plus grands crabes verts cannibales ne s'attaquent plus aux classes de taille inférieure (Grosholz *et al.* 2021).

Dans l'ensemble, la CPUE est une mesure simple et standard pour rapporter et comparer les résultats en matière de piégeage et l'abondance relative. Le succès des efforts de contrôle par piégeage est principalement mesuré par la diminution de la CPUE. Il est important de réaliser que la CPUE est spécifique à chaque conception et que la validation croisée et les intercomparaisons sont compliquées, mais le déploiement cohérent d'engins peuvent permettre des estimations de l'abondance relative basées sur la CPUE. La détermination du niveau de seuil d'incidence sur les espèces ou les habitats indigènes est essentielle pour l'éradication fonctionnelle (abondance réduite en dessous d'un seuil d'effet) et doit être déterminée localement, car la vulnérabilité à l'effet peut varier selon les écosystèmes indigènes. Puisque les prises et la capacité de capture sont influencées par un certain nombre de facteurs (p. ex. la mue et le stade de reproduction, le sexe, la taille, l'heure de la journée, la température de l'eau de mer, l'engin, l'appât, la densité de la population, etc.) [Miller 1990], la CPUE n'est pas un outil efficace pour comparer les résultats du piégeage entre des conceptions de surveillance et de recherche différentes et non normalisées. Une attention particulière doit être accordée à la normalisation des variables des pièges, ce qui comprend, sans toutefois s'y limiter, le type et la quantité d'appât, le type de piège, l'heure de la journée, la saison, l'espacement des pièges et le temps d'immersion (Miller 1990). Comprendre les limites des pièges et les évaluations ultérieures de la dynamique des populations en utilisant les CPUE est une étape critique dans le cadre de l'évaluation des captures des pièges.

4. COMPARAISON DES PIÈGES ET FAISABILITÉ DES MÉTHODES (DISCUSSION)

4.1. COMPARAISON ET UTILISATION DES PIÈGES

4.1.1. Protocoles axés sur les objectifs

Le piégeage est un élément essentiel des relevés de détection précoce et d'évaluation rapide qui suivent la déclaration d'une nouvelle observation du crabe vert, ainsi que des efforts de surveillance. C'est le plus souvent la seule façon d'échantillonner adéquatement les EAE mobiles (voir le tableau 3 pour un résumé des types de pièges utilisés au Canada). Ces relevés et activités de surveillance fournissent des renseignements qui peuvent conduire au développement de protocoles ultérieurs de réponse rapide et de contrôle. Les principaux objectifs des relevés de piégeage aux fins d'intervention rapide et des efforts de surveillance

sont 1) la détection précoce des crabes verts avant que les populations ne soient établies dans une zone, et 2) l'évaluation des populations existantes. Pour une détection précoce, les pièges appâtés offrent l'avantage d'attirer les individus rares dans une zone donnée. Cependant, cela dépend en fin de compte de la capturabilité du crabe vert et de l'efficacité de l'appât en tant qu'attractif, qui peuvent également être influencés par diverses variables écologiques, comme cela est décrit ci-dessus. Les pièges appâtés sont généralement utilisés pour les relevés d'évaluation rapide et les plans de surveillance, car ils sont faciles à déployer, à transporter et peuvent couvrir une grande zone géographique, si cela est faisable sur le plan logistique. Le piégeage des sites ciblés est essentiel et peut être établi à partir d'observations rapportées, de l'expansion prévue de l'aire de répartition, de la modélisation de la dérive des larves ou des principales zones d'invasion potentielle en utilisant les vecteurs actuels et les connaissances locales. Au Canada, la détection précoce a été abordée à l'aide de pièges appâtés dans le cadre de relevés d'évaluation rapide et d'une surveillance constante et répétée.

4.1.2. Relevés de détection précoce et d'intervention rapide

Pour effectuer des relevés de détection précoce dans une nouvelle zone, la Direction des sciences du MPO déploie souvent des pièges appâtés de type Fukui pour évaluer la présence potentielle d'individus et l'état des populations de crabes verts. Le protocole normalisé de piégeage des crabes verts du MPO (Gillespie *et al.* 2007; McKenzie 2011; Vercaemer *et al.* 2011; Simard *et al.* 2013; Bernier *et al.* 2020) a été utilisé tant pour les relevés d'évaluation rapide que pour la surveillance au MPO en C.-B., au Québec, à T.-N.-L., en N.-É., au N.-B. et à l'Î.-P.-É. (tableau 3). À T.-N.-L., le piégeage ciblé rapide supplémentaire consiste à déployer un petit nombre de pièges (3-5) à un endroit pendant un temps d'immersion relativement court (0,5 à 3 heures) lorsqu'on couvre une grande baie ou une zone dans des régions récemment envahies afin de déterminer les abondances relatives. Ces zones sont ciblées, car elles sont souvent des sites d'introduction en raison de divers vecteurs (p. ex. navires, engins). Généralement, ces relevés d'évaluation rapide sont menés dans les petits ports et sur les quais où les appâts usagés et les carcasses ont été rejetés et servent de « point chaud » pour toute nouvelle population. Pour renforcer l'attractivité pendant les courtes durées d'immersion, l'appât est placé directement dans le piège (ou dans le sac-filet accompagné) plutôt que dans le gobelet à appât perforé afin de favoriser la diffusion des indices de l'appât dans l'environnement. Les gobelets à appât perforés sont également utilisés et sont plus efficaces sur une période de 24 heures, car l'appât n'est pas accessible, contrairement au sac-filets. Si les crabes verts sont abondants sur le site, un court temps d'immersion a été jugé suffisant pour confirmer la présence du crabe vert, mais pas en l'absence du crabe vert. Cette approche est avantageuse parce qu'elle peut couvrir une grande zone géographique (> 100 km de côte) en peu de temps (c'est-à-dire en une journée) pour fournir une évaluation rapide dans de multiples endroits (c'est-à-dire des baies/des criques), y compris ceux qui peuvent être difficiles à atteindre d'un point de vue logistique avec des durées d'immersion plus longues. Cependant, en raison de la courte durée d'immersion et du nombre limité de pièges déployés, cette méthode a moins de chances de capturer des individus rares et est plus susceptible de détecter et de confirmer la présence de populations établies de crabes verts. Si la logistique le permet, une durée d'immersion plus longue (24 heures), des ensembles de pièges multiples ou des jeux de pièges répétés offriront de meilleures chances de capturer des individus rares. Pour utiliser efficacement cette méthode de piégeage rapide et ciblée et détecter les individus rares, il est essentiel de comprendre les connaissances écologiques reconnues du crabe vert afin de cibler les emplacements en fonction des caractéristiques de la géographie côtière (p. ex. les échancrures protégées), le type et la préférence de l'habitat (p. ex. les zostères, les sédiments mous, les bancs coquilliers), la température de l'eau de mer et des vecteurs d'introduction potentiels (p. ex. les quais actifs).

Les connaissances environnementales locales des Premières Nations, des pêcheurs et des scientifiques citoyens peuvent apporter un éclairage essentiel sur une nouvelle zone. Souvent, les endroits qualifiés de « trou boueux », les gisements connus de palourdes ou de moules, les chenaux ou bassins de marée et les prairies de zostères avec une source d'eau douce peuvent indiquer des habitats optimaux. Les différents types de pièges auront également des forces et des limites variables qu'il est essentiel de comprendre dans le cadre des évaluations rapides utilisant des durées d'immersion courtes. Par exemple, l'utilisation des pièges Fukui par le MPO vise généralement les gros crabes verts adultes (c.-à-d. > 50 mm de LC) et peut limiter la capture des petits crabes jeunes de l'année, surtout si des populations établies de gros crabes sont présentes (Gillespie *et al.* 2007; Blakeslee *et al.* 2010; McKenzie 2011; Vercaemer et Sephton 2016; Bernier *et al.* 2020). D'autres pièges, tels que le piège à vairons modifié, ou l'utilisation de plusieurs types de pièges, peuvent cibler des gammes de tailles plus larges de crabes verts et peuvent être plus efficaces dans des habitats spécifiques (Gillespie *et al.* 2015; Grason *et al.* 2018). Les pièges à fosse peuvent également être utilisés, et réduisent le biais de sélection de la taille des pièges, mais restent une stratégie passive pour piéger les crabes, et sans attractif, ils sont moins susceptibles de capturer des individus rares (Davidson *et al.* 2009). Des observations supplémentaires sans piégeage, telles que des promenades sur le rivage pour rechercher des mues ou des juvéniles récemment installés parmi la végétation intertidale, peuvent améliorer encore les relevés de piégeage à évaluation rapide (Davidson *et al.* 2009; Blakeslee *et al.* 2010; Gillespie *et al.* 2015; Vercaemer et Sephton 2016; Best *et al.* 2017; Bernier *et al.* 2020). Ces méthodes supplémentaires peuvent augmenter la détection des individus et peuvent être particulièrement efficaces pour une utilisation avec des étudiants et des scientifiques citoyens, car aucun équipement spécial n'est requis, mais, contrairement au piégeage, elles ne sont pas facilement normalisées pour comparer les abondances et la dynamique des populations entre les relevés.

Le MPO, sur les côtes canadiennes de l'Atlantique et du Pacifique, a effectué des relevés d'intervention rapide à la suite de la détection ou du signalement de cas, en utilisant des techniques de relevé par piégeage plus complètes pour évaluer la population. Ces stratégies se concentrent sur une zone spécifique et sont plus complexes d'un point de vue logistique que la stratégie de piégeage ciblé, car elles reposent sur le déploiement d'un plus grand nombre de pièges appâtés pour couvrir entièrement la zone concernée. Les emplacements sont sélectionnés en fonction d'un habitat potentiellement approprié, basé à la fois sur des modèles officiels d'habitats propices, des experts en la matière et des connaissances locales, de la proximité de populations connues de crabes verts et des déplacements larvaires modélisés (Drinkwin *et al.* 2019). Les pièges appâtés sont déployés juste en dessous de la marée basse dans ou près des structures physiques/habitats connus pour abriter le crabe vert (p. ex. les phanérogames marines ou autres végétations, les bancs de mollusques et de crustacés, les bancs de galets ou de rochers, les sédiments mous, les mares d'eau de mer ou les chenaux), généralement de façon uniforme et étroitement espacée (p. ex. ~50 m ou moins, selon la géographie) avec une immersion pendant environ 24 heures. Il est essentiel d'utiliser le même appât dans tous les pièges afin de normaliser l'attractif dans toute l'étude. Depuis la confirmation des premières populations de crabes verts établies en C.-B. dans le bassin de Sooke en 2012, la région du Pacifique du MPO a effectué des relevés de piégeage à grande échelle, systématiques et répétés en fonction des habitats propices pour la détection précoce de la propagation et des nouvelles populations de crabes verts (Drinkwin *et al.* 2019). Au cours de ces efforts, une combinaison de pièges Fukui, qui ont été utilisés par la Direction des sciences du MPO, et de pièges à vairons, maintenant utilisés par le PNEAE et certains partenaires des Premières Nations, a été utilisée pour cibler une plus grande gamme de tailles de crabes verts (Drinkwin *et al.* 2019). En outre, à la suite d'un signalement initial d'un pêcheur, des relevés à réponse rapide ont été menés pour confirmer la présence de crabes verts dans

la baie de St. Mary's (T.-N.-L.) en 2018. En 2019, la Direction des sciences de la région de T.-N.-L. du MPO et le PCN des EAE ont mené conjointement un relevé complet d'intervention rapide et ont déployé environ 120 pièges Fukui pour étudier des régions côtières ciblées de la baie de St. Mary's, afin de déterminer la répartition et l'abondance des crabes verts dans la zone. Les pièges étaient appâtés avec du hareng et de la morue et immergés pendant environ 24 heures. Le relevé a permis de détecter un faible nombre de crabes verts dans toute la région du relevé, mais il a permis de détecter des zones localisées où la CPUE était élevée (jusqu'à 36 crabes/piège/jour) et où les prises étaient constituées principalement de gros crabes adultes (jusqu'à 79 mm de LC), ce qui indique une population de crabes verts établie dans la zone (T.-N.-L. du MPO, données non publiées). Au total, 544 crabes verts ont été capturés (C.H. McKenzie, données non publiées). De même, à la suite du premier signalement de crabe vert à Haida Gwaii en juillet 2020, la Direction des sciences du MPO a travaillé par l'entremise d'un groupe de travail technique existant qui comprenait le Council of the Haida Nation, Parcs Canada, la province de la C.-B. et le MPO (Sciences et Gestion) afin d'élaborer une réponse. Cependant, en raison du début de la pandémie mondiale de COVID-19, Haida Gwaii a été fermé aux non-résidents et le matériel (environ 48 pièges Fukui) a dû être expédié à des partenaires locaux qui ont commencé le piégeage de délimitation dans la région.

Ces exemples d'approches stratégiques de la détection précoce et des évaluations rapides peuvent être contraignants sur le plan économique et logistique et peuvent nécessiter un accès par bateau pour atteindre efficacement de grandes zones du littoral pour déployer et récupérer les pièges et réduire la dépendance aux niveaux de marée. Cependant, la couverture complète d'une zone et les temps d'immersion prolongés permettent à cette stratégie de cibler plus efficacement les individus rares dans l'écosystème et de mieux comprendre la propagation potentielle et la dynamique d'une population par rapport au piégeage ciblé. Si la logistique le permet, il peut être recommandé de répéter le piégeage en utilisant les mêmes pièges et les mêmes emplacements pendant plusieurs jours. Par exemple, les crabes peuvent ne pas entrer dans les pièges au départ et rester à l'extérieur du piège ou devoir trouver comment entrer dans le piège (Bergshoeff *et al.* 2018). Des efforts répétés peuvent être nécessaires pour attraper des individus très rares. Déterminer de manière adéquate le nombre d'échantillons requis ou l'effort nécessaire pour détecter les espèces rares reste un défi pour l'écologie et la biologie de la conservation.

Si l'utilisation d'un grand nombre de pièges permet de détecter plus efficacement les individus rares et de déterminer les zones localisées où l'abondance est plus importante, le type de piège utilisé peut biaiser la capture, comme cela a été mentionné précédemment. Les pièges à fosse peuvent également être efficaces dans le cadre de relevés de plus longue durée (c.-à-d. des périodes de pêche de 24 h), en particulier pour échantillonner les crabes de cohorte 0+ dans les zones intertidales supérieures, mais ils nécessiteront plus d'entretien et de surveillance que les pièges appâtés, pour éviter la mortalité attribuable à la prise accessoire et empêcher le piège de se remplir de sédiments (Davidson *et al.* 2009). Tout comme les relevés à réponse rapide, les relevés approfondis peuvent être améliorés en accompagnant les relevés sur le littoral pour détecter les mues et les recrues récemment installées sous les rochers et la végétation dans les zones intertidales supérieures (Davidson *et al.* 2009; Blakeslee *et al.* 2010; Simard *et al.* 2013; Gillespie *et al.* 2015; Vercaemer et Sephton 2016; Best *et al.* 2017; Bernier *et al.* 2020).

4.1.3. Surveillance

Les relevés d'évaluation rapide peuvent exiger beaucoup de ressources et poser des problèmes logistiques, mais elles constituent un outil important pour déterminer les priorités et allouer les ressources nécessaires à la mise en place d'une surveillance normalisée ultérieure (c.-à-d. des enquêtes répétées) à des endroits constants ou dans des sites sentinelles pour

détecter toute nouvelle propagation et observer les changements relatifs aux populations. Des protocoles de surveillance normalisés sont utilisés pour déterminer et comparer les CPUE, la distribution des tailles, les caractéristiques des crabes (p. ex. les données morphométriques) ainsi que la variabilité spatiale et temporelle (tableau 3). Les emplacements sont établis pour des échantillonnages répétés (p. ex. mensuels ou annuels) en fonction de nombreux facteurs et objectifs, ce qui comprend, sans toutefois s'y limiter, les populations établies connues de crabes verts, les habitats propices et la détection précoce ou les zones préoccupantes pour les intervenants, les Premières Nations, l'industrie de la pêche (homard, anguille, crabe, mollusques et crustacés) et les groupes communautaires. Selon le protocole du MPO (établi à l'échelle nationale en 2008), les pièges Fukui (3-9) sont appâtés avec du hareng ou du maquereau, attachés à une ligne de fond séparée par ~ 3 m (10 m en C.-B.) et chaque chaîne de casiers est positionnée parallèlement au rivage, ou dans un carré de 3 x 3, déployée dans la zone subtidale peu profonde (1-2 m de profondeur) et immergée pendant 24 heures (Simard *et al.* 2013; Gillespie *et al.* 2007, 2015; Vercaemer et Sephton 2016; Bernier *et al.* 2020; C.H. McKenzie, données non publiées). Les données relatives aux crabes verts pour chaque piège comprennent le nombre, la largeur de la carapace et le sexe, et souvent des indicateurs de maturité (taille des pinces ou taille et couleur de l'abdomen de la femelle) et le poids. Dans la plupart des régions du MPO, les prises accessoires présentes dans chaque piège sont enregistrées, en particulier les prises de crabes indigènes, car cela peut être une indication de l'établissement du crabe vert dans de nouvelles zones et aussi du succès du piégeage.

À Terre-Neuve, dans le cadre des relevés initiaux d'évaluation rapide et de surveillance qui ont eu lieu en 2007 et 2008, on a utilisé des casiers à buccins modifiés, mais en raison de leur grande taille, de leur poids et de la difficulté à les manipuler, ils ont été remplacés par le piège Fukui à la suite d'un atelier sur le piégeage des crabes qui a eu lieu au MPO à Nanaimo en 2008. Au Québec, en N.-É., au N.-B. et à l'Î.-P.-É., d'autres pièges ont été utilisés, mais ils ont été remplacés par le piège Fukui et on a utilisé les protocoles normalisés du MPO en 2008 (tableau 3). La surveillance à l'aide de pièges Fukui a permis de mieux comprendre la dynamique des populations de crabes verts au Canada, notamment le comportement des mâles et des femelles, les interactions avec les espèces indigènes, les habitats propices, les effets de la température et/ou de la saison, et le recrutement (Gillespie *et al.* 2007; Simard *et al.* 2013; Vercaemer et Sephton 2016; Matheson *et al.* 2016; Best *et al.* 2017; Bernier *et al.* 2020).

4.1.4. Recherche

La Direction des sciences du MPO piégeait des crabes verts aux fins de recherche sur les répercussions avant même la création du programme sur les espèces aquatiques envahissantes du MPO en 2006 (tableau 3; Klassen et Locke 2007). Les recherches menées à T.-N.-L. ont principalement porté sur l'incidence sur les zostères (Matheson *et al.* 2016), la prédation sur les mollusques et crustacés (Matheson et McKenzie 2014), l'incidence sur le homard (Rayner et McGaw 2019; Zargarpour *et al.* 2019) et la reproduction des crabes verts (Best *et al.* 2017). Bien que les activités de piégeage des crabes verts du MPO au N.-B., en N.-É. et à l'Î.-P.-É. aient principalement servi à la détection précoce et à la surveillance (Audet *et al.* 2003; Tremblay *et al.* 2006; Vercaemer *et al.* 2011; Vercaemer et Sephton 2016; Bernier *et al.* 2020), elles ont également été utilisées pour des recherches menées sur la structure de la population, l'habitat (MacDonald 2014; McDonald *et al.* 2018), l'incidence et les stratégies de reproduction (Audet *et al.* 2008), les interactions prédateur-proie (Rosson *et al.* 2006; Wong 2013; Gehrels *et al.* 2016), les comportements de recherche de nourriture (Rosson *et al.* 2012), l'efficacité des pièges et la réduction des prises accessoires (Poirier *et al.* 2018, 2020; Bernier *et al.* 2020), les répercussions sur la mousse d'Irlande (Tummon Flynn *et al.* 2019), les zostères et les invertébrés benthiques (MacDonald *et al.* 2018; Locke et Bernier, données non publiées). Au Québec, les crabes verts ont été capturés par des plongeurs en scaphandre et le

contenu stomacal a été recueilli et analysé pour déterminer le régime alimentaire en utilisant des méthodes classiques et génétiques (Simard, données non publiées). En C.-B., le piégeage a été utilisé pour documenter les changements relatifs à la répartition (Gillespie *et al.* 2015), évaluer les options de contrôle (Duncombe et Therriault 2017) et éclairer les modèles de répartition de l'espèce.

4.1.5. Contrôle

Lorsque les évaluations rapides et la surveillance permettent de détecter la présence de crabes verts; l'étape suivante consiste généralement à déterminer les options de réponse rapide et de contrôle disponibles en ce qui concerne le prélèvement. L'objectif est de prélever le crabe vert avant qu'une population ne s'établisse afin de diminuer les répercussions écologiques localisées potentielles ainsi que de réduire ou d'empêcher la propagation. L'un des principaux avantages du piégeage est qu'il est considéré comme une méthode adaptable et sans danger pour l'environnement pour contrôler le crabe vert (Duncombe and Therriault 2017). Le piégeage peut cibler les habitats du crabe vert, les stratégies et les modifications peuvent limiter les prises accessoires, permettre la remise à l'eau des animaux vivants et avoir une incidence négligeable sur les écosystèmes indigènes, notamment, par rapport aux autres options de contrôle chimique ou biologique (voir Duncombe et Therriault 2017). Divers efforts et expériences ont eu lieu sur les côtes de l'Atlantique et du Pacifique pour déterminer si les efforts d'épuisement par piégeage constituent un mécanisme potentiel efficace pour contrôler ou éradiquer les populations établies de crabes verts. Le tableau 4 fournit un résumé des activités d'atténuation ou de contrôle menées au Canada depuis 2008 par la Direction des sciences du MPO, ses partenaires ou des tiers concernés, fournit des renseignements sur le type de piège, l'appât lorsqu'il est connu, le nombre de jours de piégeage, le nombre de pièges, la CPUE, les prises totales et toute indication sur la CPUE, la taille des crabes verts ou l'augmentation des espèces indigènes à la suite du piégeage ciblé. Les indicateurs de réussite comprennent généralement la réduction du nombre de crabes verts, la réduction de la taille moyenne des crabes verts, les changements relatifs au sex-ratio et l'augmentation du nombre d'espèces indigènes et de la biodiversité (MPO 2011; McKenzie 2011) [tableau 4]. Les efforts de contrôle menés par le Fish Food and Allied Workers (FFAW) avec la région de T.-N.-L. du MPO par VALE dans la baie Placentia en 2014-2016 visaient à réduire la CPUE de 95 % ou à moins de 5 crabes/piège/jour et à réduire la taille moyenne à moins de 30 mm en fonction de la taille connue de la maturité reproductive dans les zones côtières canadiennes (Best *et al.* 2017; C.H. McKenzie, données non publiées). Pour les efforts de contrôle dans l'estuaire de Little Port Joli (parc national Kejimikujik Bord de mer, N.-É.), les seuils de réussite ont été fixés à < 15 crabes/piège/jour ou ≥ 15 crabes/piège/jour, mais aucun crabe > 35 mm LC (Mersey Tobeatic Research Institute et Parcs Canada 2015). Ces seuils ont été fixés afin de réduire la probabilité de répercussions importantes sur les zostères et les bivalves et de favoriser le rétablissement potentiel de l'abondance des espèces indigènes. Les petits crabes verts sont également plus susceptibles de devenir des proies pour les espèces indigènes plutôt que des prédateurs, ce qui peut contribuer à rétablir l'équilibre de l'écosystème.

Dans le cadre d'études de cas dirigées par le MPO, des efforts de piégeage annuel (Fukui) ont été déployés dans le bras de mer Pipestem (île de Vancouver), en C.-B., de 2010 à 2014 (Duncombe et Therriault 2017), dans la baie Placentia (Fair Haven et Boat Harbour), à T.-N.-L., de 2014 à 2016 (Matheson *et al.* en prép.), et aux îles de la Madeleine, au Québec, de 2008 à 2014 (Simard *et al.* 2013; N. Simard, données non publiées). Le piégeage aux îles de la Madeleine pourrait être un exemple où une détection précoce et un contrôle rapide immédiat ont empêché l'augmentation de l'abondance des crabes verts et leur établissement. En plus du programme de surveillance à l'aide de pièges Fukui mené chaque année en août, (et aussi en juin au début du programme), des pièges Fukui ciblés ont été utilisés par le MPO et Marinov

(2008-2012). Les verveux utilisés par les pêcheurs (2007, 2010-2014) ont servi à contrôler la population en éliminant les prises accessoires de crabes verts dans leurs verveux. La durée de la période de pêche était d'environ deux mois chaque année (de mi-août à mi-octobre pour la plupart des années). La CPUE moyenne a atteint un maximum en 2011 et a diminué chaque année depuis. Elle diminue très peu depuis 2015 (< 9 crabes par an). Cependant, il y a des raisons de penser que l'hiver rigoureux de 2015 a également pu avoir une incidence sur la population, car des effectifs réduits ont été trouvés à Saint-Pierre-et-Miquelon et dans l'ouest de T.-N.-L. Ces emplacements présentaient une abondance similaire de crabes verts et constituaient une lignée génétique similaire (tolérante au froid) [Lehnert *et al.* 2018].

À T.-N.-L., des stratégies ont été développées et modifiées sur la base des efforts préliminaires de piégeage d'atténuation déployés en 2008-2009 (tableau 4). À T.-N.-L. en 2008, des casiers à buccins et à crabes des neiges modifiés ont été utilisés en plus des pièges Fukui. Cependant, ces pièges plus grands pouvaient dépasser 50 kg avec les crabes verts, alors que les pièges Fukui atteignent généralement un maximum de 15 kg (C.H. McKenzie, données non publiées). En se basant principalement sur la faisabilité et la logistique, l'utilisation de casiers à buccins et à crabes des neiges modifiés a été remplacée par le piège pliable de Fukui à T.-N.-L. et au Québec. Dans l'ensemble, les récentes expériences de contrôle menées dans le bras de mer Pipestem (C.-B.) et dans la baie Placentia (T.-N.-L.) ont tenté de normaliser la capturabilité en utilisant les mêmes méthodes partout, comme le même piège (piège Fukui), le même appât et la même méthodologie, dans la mesure du possible. Dans les expériences de T.-N.-L., l'appât est passé du hareng seul en 2014 à une combinaison de carcasses de hareng et de morue en 2015 et 2016 après qu'on a déterminé que les carcasses de morue conduisaient à des CPUE plus élevées que le hareng seul (Favaro *et al.* 2020; Matheson *et al.* en prép.). Les efforts de contrôle par piégeage nécessitent un grand nombre de pièges qui sont déployés de manière constante pendant une longue durée (p. ex. de façon répétée sur plusieurs jours et années) [Simard *et al.* 2013; Duncombe et Therriault 2017; Grosholz *et al.* 2021; Matheson *et al.* en prép.]. Dans le bras de mer Pipestem, 72 pièges ont été installés pour des périodes d'immersion de 24 heures pendant 8 à 16 jours de piégeage par an (Duncombe et Therriault 2017). À T.-N.-L., 30 pièges ont été distribués aux pêcheurs sur chaque site en 2014, mais leur nombre a été porté à 60 en 2015 et 2016 en raison de la disponibilité des pièges. Ces pièges ont été récupérés deux fois par jour (p. ex. le matin et en fin d'après-midi en fonction du moment de la marée) pendant environ 20 jours par an, sauf en 2015 et 2016 à Fair Haven où les pièges ont été immergés pendant 24 h, sur la base des recommandations d'un pêcheur de Fair Haven indiquant qu'il capturait davantage de crabes verts en ne relevant les pièges qu'une fois par jour (Matheson *et al.* en prép.). Les pièges Fukui dans le bras de mer Pipestem (C.-B.) ont capturé plus de 62 000 crabes verts (Duncombe et Therriault 2017) et les pièges installés à Fair Haven et Boat Harbour (T.-N.-L.) ont capturé plus de 11 000 kg de crabes verts (Matheson *et al.* en prép.). Bien qu'il n'ait pas été possible de compter tous les crabes dans le cadre des expériences de T.-N.-L., on estime que plus de 225 000 crabes verts ont été capturés (Matheson *et al.* en prép.). Entre 2014 et 2016, à T.-N.-L., sur les dix sites ayant fait l'objet d'un certain degré d'efforts de piégeage, près de 24 000 kg de crabes verts ont été capturés à l'aide de pièges Fukui (K. Matheson et C.H. McKenzie, données non publiées). Dans la baie Placentia, les efforts de piégeage se sont poursuivis et ont permis de capturer plus de 330 000 kg de crabe vert (2017-2020) sur un maximum de 10 sites, à l'aide de 70 pièges Fukui sur chaque site, jusqu'à 70 jours par an (M. Clarke, comm. pers., tableau 4).

Au cours des deux expériences de contrôle par piégeage (p. ex. bras Pipestem Inlet en C.-B. et baie Placentia à T.-N.-L.), les CPUE ont diminué au cours des années, mais cette tendance n'a pas été observée de façon constante d'une année sur l'autre (Duncombe et Therriault 2017; Matheson *et al.* en prép.). Cependant, les efforts de piégeage de contrôle ont démontré des réductions de la largeur de la carapace et une diminution du biais favorable aux crabes mâles,

ce qui laisse entendre une modification significative de la démographie de la population en raison des efforts de piégeage intensifs constants (Duncombe et Therriault 2017; Matheson *et al.* en prép.). Dans le bras de mer Pipestem, des crabes de moins de 30 mm ont été capturés systématiquement en août 2013 pour la première fois depuis le début du piégeage en 2010 (Duncombe et Therriault 2017). À Boat Harbour, entre 2014 et 2016, la LC moyenne a diminué d'environ 60 mm à près de 40 mm de LC, mais les pièges Fukui n'ont pas capturé une grande proportion de petits crabes (< 30 mm) [Matheson *et al.* en prép.]. Moins de 5 % des crabes à la fin de 2016 étaient inférieurs à 30 mm. Cependant, plus tard en 2016, les crabes inférieurs à 40 mm représentaient près de 40 % des crabes capturés, contre seulement 5 % des échantillons au début du piégeage en 2014 (Matheson *et al.* en prép.).

Les résultats des efforts de contrôle du piégeage des crabes verts au Canada sont parallèles aux résultats obtenus ailleurs. Au lagon Seadrift, en Californie, dans le cadre d'un effort de piégeage sur 10 ans, on a utilisé une combinaison de pièges Fukui et de pièges à vairons et a permis de réduire une population localisée de crabes verts de 90 % (~125 000 à < 10 000 crabes) de façon constante sur cinq ans. Cependant, au cours de la 6^e année, ces efforts de contrôle ont permis d'observer une explosion de petits crabes verts, un processus dépendant de la densité connu sous le nom de surcompensation (Abrams et Ginzburg 2000; Grosholz *et al.* 2021). Les efforts de piégeage ciblent initialement les gros crabes adultes, ce qui peut réduire par inadvertance le contrôle de la population de crabes plus petits par les adultes qui est lié au cannibalisme, et, ceci combiné à la fécondité élevée des crabes verts peut faciliter des augmentations spectaculaires des petits individus (Turner *et al.* 2016; Grosholz *et al.* 2021). Le lagon Seadrift est peut-être un cas particulier pour ces résultats de contrôle, car il s'agit d'un système largement fermé avec une forte rétention larvaire où le crabe vert est probablement le principal prédateur. Dans le bras de mer Pipestem, on ne sait pas si l'abondance des juvéniles a changé d'une année sur l'autre (p. ex. surcompensation) ou si elle a été touchée par les efforts de piégeage (Duncombe et Therriault 2017). D'autres recherches et analyses sont nécessaires pour évaluer le potentiel de surcompensation dans le cadre des expériences de contrôle par piégeage des crabes verts au Canada. Le piégeage peut éliminer rapidement un grand nombre de crabes verts (Simard *et al.* 2013; Duncombe et Therriault 2017; Grosholz *et al.* 2021, Matheson *et al.* en prép.; M. Clarke, comm. pers.), mais le succès global des efforts de contrôle, déterminé par la diminution de la taille des crabes verts, l'abondance globale et l'augmentation des espèces indigènes et de la biodiversité, sera largement influencé par la géographie (emplacement ouvert ou fermé), la force des processus de recrutement à partir des populations voisines, la taille de la population de crabes verts et la faisabilité des efforts de prélèvement à long terme, répétés et intensifs. Les augmentations périodiques observées relativement à la taille estimée de la population dans le bras de mer Pipestem, malgré des efforts de piégeage intensifs, étaient probablement dues à de fortes années de recrutement à partir des populations voisines (Duncombe et Therriault 2017). Les endroits de petite taille et moins ouverts, comme le parc national Kejimikujik (N.-É.), ont démontré qu'il était plus probable de réussir à réduire les populations de crabes verts, par le biais d'une diminution de la CPUE, que dans les systèmes plus grands et plus ouverts (Duncombe et Therriault 2017; Grosholz *et al.* 2021; Matheson *et al.* en prép.; C. McCarthy, comm. pers.). Le piégeage peut réussir à réduire le nombre de crabes verts, mais actuellement, aucune étude de piégeage n'a démontré l'éradication du crabe vert et des efforts de piégeage continus et soutenus sont probablement nécessaires pour gérer et maintenir les populations et les faibles abondances. Par exemple, des efforts intensifs de piégeage dans l'estuaire de Little Port Joli (parc national Kejimikujik Bord de mer, N.-É.) de 2010 à 2014 à l'aide du piège Russell ont permis de prélever environ deux millions de crabes et d'observer une diminution des CPUE (~80 %), une diminution de la proportion de gros mâles et une augmentation de l'abondance des espèces indigènes (Mersey Tobeatic Research Institute et Parcs Canada 2016). Les travaux en cours

visent à déterminer le niveau de piégeage nécessaire pour maintenir un faible nombre de crabes verts et continuer à encourager le rétablissement de la biodiversité indigène (Mersey Tobeatic Research Institute et Parcs Canada 2015, 2016). Cependant, une attention particulière doit être accordée à l'augmentation potentielle de la population par une surcompensation périodique pendant les efforts de piégeage à long terme (Turner *et al.* 2016; Grosholz *et al.* 2021).

4.2. LACUNES DANS LES CONNAISSANCES

Les lacunes dans les connaissances qui ont été relevées sont notamment un manque d'information sur le piégeage du crabe vert juvénile et la détermination de seuils ou de nombres efficaces aux fins de contrôle afin de prévenir les répercussions sur l'environnement et la pêche. Il manque des connaissances sur l'efficacité des différents types de pièges et des stratégies de piégeage qui ciblent les crabes verts juvéniles. Une définition claire de ce qui constitue un crabe vert juvénile doit également être envisagée. Bien que divers pièges aient été utilisés efficacement aux fins de détection précoce du crabe vert, il y a peu de connaissances sur le seuil de piégeage permettant de détecter les faibles abondances de crabe vert et sur la façon dont l'efficacité des différents pièges varie pour ce qui est de la détection précoce du crabe vert. On dispose également de peu de connaissances sur la manière dont la CPUE et d'autres mesures de piégeage sont directement liées aux seuils d'incidence écologique, aux densités et aux nombres absolus de crabes verts dans l'environnement.

4.3. AUTRES CONSIDÉRATIONS

Il existe plusieurs autres considérations concernant le piégeage du crabe vert qui doivent être mises en évidence lorsque l'on envisage cette méthode de détection précoce, de surveillance ou de contrôle des populations de crabes verts. Ces considérations comprennent les limites des pièges et les conséquences indésirables des stratégies de piégeage. 1) Il faut comprendre que, pour diverses raisons, le crabe vert peut ne pas s'approcher des pièges, les stratégies de piégeage et l'interprétation des CPUE doivent donc tenir compte de ces considérations. Comme cela est mentionné dans la section sur le comportement (3.2.3), il se peut que le crabe vert ne s'approche pas du piège si des crabes verts plus grands sont déjà présents dans le piège. Il convient également de mentionner que le crabe vert peut ne pas s'approcher du piège si une source de nourriture abondante est déjà présente à l'extérieur du piège, comme les bancs coquilliers naturels ou les déchets de poisson rejetés près des quais et des marinas. Par conséquent, l'emplacement du piège est important par rapport aux facteurs extérieurs. 2) Les crabes verts sont cannibales. En prélevant les gros crabes verts, un prédateur des petits crabes verts, la prédation sur les petits crabes verts peut être réduite, ce qui permet aux petits crabes de survivre et de se développer et donc provoquer de fortes augmentations de population. Un piégeage soutenu au fil du temps est nécessaire pour cibler ces petits crabes verts une fois que les grands crabes verts ont été prélevés. 3) Enfin, il peut être nécessaire de concevoir ou de modifier les pièges pour éviter le piégeage indésirable de petits mammifères et oiseaux (p. ex. la loutre, le vison, le raton laveur et le chat dans les zones urbaines). On peut le faire en réduisant la taille de l'ouverture des pièges Fukui à l'aide de colliers de serrage (utilisés à Terre-Neuve-et-Labrador et en Colombie-Britannique) ou en utilisant des trappes d'échappement dans la conception. Le déploiement sous la laisse de marée basse et les déploiements courts peuvent réduire cet effet indésirable.

Il est important de noter qu'il est peu probable que le piégeage intermittent seul réussisse pleinement à réduire le nombre de crabes verts et à prévenir les répercussions liées au crabe vert, et que le piégeage doit être continu ou utilisé conjointement avec d'autres mesures d'atténuation pour une véritable éradication fonctionnelle. Cela est dû en partie au fait que les

sources de larves des populations voisines (qui ne sont pas contrôlées ou atténuées) peuvent continuer à fournir de nouvelles recrues. Ainsi, le contrôle réel devrait inclure toutes les parties de la métapopulation. Cependant, le contrôle du crabe vert à l'échelle locale peut être efficace et devrait être entrepris pour atténuer les répercussions, en particulier dans les zones plus vulnérables/valorisées.

5. CONCLUSIONS/RECOMMANDATIONS

Un examen de 69 études examinées par les pairs et projets non publiés sur le piégeage du crabe vert a été effectué afin de comparer les différents types de pièges et leur utilisation au Canada (46 études) et dans d'autres endroits où le crabe vert a été piégé. Quinze pièges ont été classés par type et par utilisation au Canada, et 13 autres pièges utilisés pour piéger le crabe vert aux États-Unis et dans d'autres pays ont été examinés. D'après cet examen, le piège à crabe (poisson) pliable de Fukui était le piège le plus utilisé au Canada. D'autres pièges se sont avérés efficaces pour le piégeage et la comparaison directe du type de piège a été étudiée dans plusieurs régions du Canada. En plus de cet examen, des renseignements supplémentaires sur le piégeage ont été fournis par la Direction des sciences du MPO et leurs partenaires au cours des 15 dernières années d'expérience de piégeage pour les activités de détection précoce, de réponse rapide, de recherche et d'atténuation du contrôle sur les côtes de l'Atlantique et du Pacifique. Les pièges utilisés actuellement au Canada pour capturer le crabe vert, ainsi que les avantages et les défis de chaque type de piège, sont résumés dans le tableau 5. L'expérience acquise comprend des renseignements et des considérations sur les méthodes de piégeage (déploiement, environnement, comportement, capture) et des protocoles axés sur les objectifs pour différents objectifs, notamment la détection précoce, la surveillance, les mesures de contrôle et les stratégies d'atténuation. La sélection du type de piège doit tenir compte de l'objectif de piégeage, en particulier de la partie ciblée de la population de crabe vert, car les types de pièges peuvent capturer de manière disproportionnée les grands crabes verts adultes en raison de la conception des pièges et des comportements intraspécifiques entre les crabes verts. Bien que les types de pièges varient en ce qui concerne leur conception et leur capacité de capture, ils constituent un outil efficace et simple pour étudier et surveiller les changements relatifs de la dynamique des populations de crabes verts, en raison de leur facilité d'utilisation et de la possibilité de normaliser les méthodologies et de comparer les résultats.

Le piégeage est une méthode efficace de détection précoce et de suivi des changements relatifs à l'abondance du crabe vert, à la dynamique des populations et aux espèces indigènes. Le piégeage aux fins de réponse rapide et de contrôle peut réduire efficacement le nombre de crabes verts et modifier la dynamique des populations. Les résultats pourraient inclure la réduction de la taille corporelle moyenne du crabe vert et le rétablissement des espèces indigènes et de l'habitat touchés, mais il se pourrait que les efforts de piégeage doivent être maintenus. Les pêcheurs, les Premières Nations et les citoyens concernés ont joué et continueront de jouer un rôle important dans le piégeage dans le cadre des efforts de détection précoce, de surveillance et de contrôle. Cependant, des connaissances supplémentaires sont nécessaires pour déterminer les méthodes de piégeage des crabes verts juvéniles et déterminer les seuils écologiques basés sur les résultats du piégeage pour l'incidence sur les espèces indigènes et l'habitat, la prévention de la dégradation de l'écosystème et les pertes dans les pêches commerciales afin d'évaluer le succès et de déterminer les cibles des efforts de contrôle du piégeage. Ces conseils sur le piégeage du crabe vert peuvent être intégrés par les gestionnaires pour produire un outil de prise de décision orientant les mesures liées aux activités de détection précoce, de réponse rapide et de gestion du contrôle.

6. RÉFÉRENCES CITÉES

- Aagaard, A., Warman, C.G., and Depledge, M.H. 1995. Tidal and seasonal changes in the temporal and spatial distribution of foraging *Carcinus maenas* in the weakly tidal littoral zone of Kerteminde Fjord, Denmark. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **122**: 165-172. doi:[10.3354/meps122165](https://doi.org/10.3354/meps122165).
- Abrams, P.A., and Ginzburg, L.R. 2000. The nature of predation: prey dependent, ratio dependent or neither? *Trends Ecol. Evol.* **15**(8): 337-341. doi:[10.1016/S0169-5347\(00\)01908-X](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)01908-X).
- Ashoka Deepananda, K.H.M., Amarasinghe, U.S., and Jayasinghe-Mudalige, U.K. 2016. Neither bust nor boom: Institutional robustness in the beach seine fishery of southern Sri Lanka. *Ocean Coast. Manage.* **128**: 61-73. doi:[10.1016/j.ocecoaman.2016.04.020](https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.04.020).
- Audet, D., Davis, D.S., Miron, G., Moriyasu, M., Benhalima, K., and Campbell, R. 2003. Geographical expansion of a nonindigenous crab, *Carcinus maenas* (L.), along the Nova Scotian shore into the Southeastern Gulf of St. Lawrence, Canada. *J. Shellfish Res.* **22**(1): 255-262.
- Audet, D., Miron, G., and Moriyasu, M. 2008. Biological characteristics of a newly established green crab (*Carcinus maenas*) population in the southern Gulf of St. Lawrence, Canada. *J. Shellfish Res.* **27**(2): 427-441. doi:[10.2983/0730-8000\(2008\)27\[427:BCOANE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2983/0730-8000(2008)27[427:BCOANE]2.0.CO;2).
- Beal, B.F. 2014. [Green crab, *Carcinus maenas*, trapping studies in the Harraseeket River, and manipulative field trials to determine effects of green crabs on the fate and growth of wild and cultured individuals of soft-shell clams, *Mya arenaria* \(May to November 2013\)](#). Final report Freeport Shellfish Restoration Project.
- Behrens Yamada, S., and Gillespie, G.E. 2008. Will the European green crab (*Carcinus maenas*) persist in the Pacific Northwest? *ICES J. Mar. Sci.* **65**(5): 725-729. doi:[10.1093/icesjms/fsm191](https://doi.org/10.1093/icesjms/fsm191).
- Bergshoeff J.A., McKenzie C.H., Best K., Zargarpour N., and Favaro B. 2018. Using underwater video to evaluate the performance of the Fukui trap as a mitigation tool for the invasive European green crab (*Carcinus maenas*) in Newfoundland, Canada. *PeerJ* **6**: e4223. doi:[10.7717/peerj.4223](https://doi.org/10.7717/peerj.4223).
- Bergshoeff J.A., McKenzie C.H., and Favaro B. 2019. Improving the efficiency of the Fukui trap as a capture tool for the invasive European green crab (*Carcinus maenas*) in Newfoundland, Canada. *PeerJ* **7**: e6308. doi:[10.7717/peerj.6308](https://doi.org/10.7717/peerj.6308).
- Bernier, R.Y., Poirier, L.A., Ramsay, A., and LeBlanc, A. 2020. European green crab (*Carcinus maenas*) population monitoring surveys (2000-2016) and efficacy of traps used for their capture in the southern Gulf of St. Lawrence. *Can. Tech. Rep. Aquat. Sci.* 3388: v + 33 p.
- Best, K.M. 2015. Reproduction in a recently established population of green crab, *Carcinus maenas*, in Placentia Bay and juvenile targeted mitigation to prevent mussel aquaculture as a vector for introduction and spread. M.Sc. thesis, Fisheries and Marine Institute, Memorial University of Newfoundland, St. John's, Newfoundland and Labrador.
- Best, K., McKenzie, C.H., and Couturier, C. 2017. Reproductive biology of an invasive population of European green crab, *Carcinus maenas*, in Placentia Bay, Newfoundland. *Manag. Biol. Invasions* **8**(2): 247-255. doi:[10.3391/mbi.2017.8.2.12](https://doi.org/10.3391/mbi.2017.8.2.12).

-
- Blakeslee, A.M.H., McKenzie, C.H., Darling, J.A., Byers, J.E., Pringle, J.M., and Roman, J. 2010. A hitchhiker's guide to the Maritimes: anthropogenic transport facilitates long-distance dispersal of an invasive marine crab to Newfoundland. *Divers. Distrib.* **16**: 879-891. doi:[10.1111/j.1472-4642.2010.00703.x](https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00703.x).
- Breen, E., and Metaxas, A. 2008. A comparison of predation rates by non-indigenous and indigenous crabs (juvenile *Carcinus maenas*, juvenile *Cancer irroratus* and adult *Dyspanopeus sayi*) in laboratory and field experiments. *Estuaries Coasts* **31**: 728-737. doi:[10.1007/s12237-008-9068-1](https://doi.org/10.1007/s12237-008-9068-1).
- Cohen, A.N., Carlton, J.T., and Fountain, M.C. 1995. Introduction, dispersal and potential impacts of the green crab *Carcinus maenas* in San Francisco Bay, California. *Mar. Biol.* **122**: 225-237. doi:[10.1007/BF00348935](https://doi.org/10.1007/BF00348935).
- Cosham, J., Beazley, K.F., and McCarthy, C. 2016a. Environmental factors influencing local distributions of European green crab (*Carcinus maenas*) for modeling and management applications. *Environ. Rev.* **24**: 244-252. doi:[10.1139/er-2015-0053](https://doi.org/10.1139/er-2015-0053).
- Cosham, J., Beazley, K.F., and McCarthy, C. 2016b. Local knowledge of distribution of European green crab (*Carcinus maenas*) in southern Nova Scotian coastal waters. *Hum. Ecol.* **44**: 409-424. doi:[10.1007/s10745-016-9825-x](https://doi.org/10.1007/s10745-016-9825-x).
- Crothers, J.H. 1968. The biology of the shore crab *Carcinus maenas* (L.). 2. The life of the adult crab. *Field Stud.* **2**(5): 597-614.
- Cuculescu, M., Hyde, D., and Bowler, K. 1998. Thermal tolerance of two species of marine crab, *Cancer pagurus* and *Carcinus maenas*. *J. Therm. Biol.* **23**(2): 107-110. doi:[10.1016/S0306-4565\(98\)00008-4](https://doi.org/10.1016/S0306-4565(98)00008-4).
- Curtis, L.J.F., Curtis, D.L., Matkin, H., Thompson, M., Choi, F., Callow, P., Gillespie, G. E., Therriault, T.W., and Pearce, C.M. 2015. [Evaluating transfers of harvested shellfish products, from the west to the east coast of Vancouver Island, as a potential vector for European Green Crab \(*Carcinus maenas*\) and other non-indigenous invertebrate species](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2015/014. vi+74 p.
- Darbyson, E.A., Hanson, J.M., Locke, A., and Willison, J.H.M. 2009. Survival of European green crab (*Carcinus maenas* L.) exposed to simulated overland and boating-vector transport conditions. *J. Shellfish Res.* **28**(2): 377-382. doi:[10.2983/035.028.0221](https://doi.org/10.2983/035.028.0221).
- Davidson, T.M., Larson, A.A., and de Rivera, C.E. 2009. Early detection and rapid response plan for the European green crab, *Carcinus maenas*, in Alaska. Aquatic Bioinvasion Research & Policy Institute. Prepared for Alaska Department of Fish and Game.
- DFO. 2017. [Proceedings of the regional peer review of the assessment of American lobster \(*Homarus americanus*\) in Newfoundland; May 10-11, 2016](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2017/015.
- DiBacco, C., and Therriault, T.W. 2015. Reproductive periodicity and larval vertical migration behavior of European green crab *Carcinus maenas* in a non-native habitat. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **536**: 123-134. doi:[10.3354/meps11422](https://doi.org/10.3354/meps11422).
- Drinkwin, J., Pleus, A., Therriault, T., Talbot, R., Grason, E.W., McDonald, P.S., Adams, J., Haas, T., and Little, K. 2019. Salish Sea Transboundary Action Plan for Invasive European Green Crab. Puget Sound Partnership.
- Duncombe, L.G., and Therriault, T.W. 2017. Evaluating trapping as a method to control the European green crab, *Carcinus maenas*, population at Pipestem Inlet, British Columbia. *Manag. Biol. Invasions* **8**(2): 235-246. doi:[10.3391/mbi.2017.8.2.11](https://doi.org/10.3391/mbi.2017.8.2.11).
-

-
- Favaro, B., Butt, M.A., and Bergshoeff, J.A. 2020. Comparison of catch per unit effort of invasive European green crab (*Carcinus maenas*) across four bait types. *Fish. Res.* **225**: 105484. doi:[10.1016/j.fishres.2020.105484](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105484).
- Fulton, B.A., Fairchild, E.A., and Warner, R. 2013. The green crab *Carcinus maenas* in two New Hampshire estuaries. Part 1: spatial and temporal distribution, sex ratio, average size, and mass. *J. Crust. Biol.* **33**(1): 25-35. doi:[10.1163/1937240X-00002102](https://doi.org/10.1163/1937240X-00002102).
- Garbary, D.J., Miller, A.G., Williams, J., and Seymour, N.R. 2014. Drastic decline of an extensive eelgrass bed in Nova Scotia due to the activity of the invasive green crab (*Carcinus maenas*). *Mar. Biol.* **161**: 3-15. doi:[10.1111/1365-2664.12262](https://doi.org/10.1111/1365-2664.12262).
- Gehrels, H., Knysh, K.M., Boudreau, M., Thériault, M.-H., Courtenay, S.C., Cox, R., and Quijón, P.A. 2016. Hide and seek: habitat-mediated interactions between European green crabs and native mud crabs in Atlantic Canada. *Mar. Biol.* **163**(7): 1-11. doi:[10.1007/s00227-016-2927-6](https://doi.org/10.1007/s00227-016-2927-6).
- Gillespie, G.E., Norgard, T.C., Anderson, E.D., Haggarty, D.R., and Phillips, A.C. 2015. Distribution and biological characteristics of European green crab, *Carcinus maenas*, in British Columbia 2006 - 2013. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3120: viii + 88 p.
- Gillespie, G.E., Phillips, A.C., Paltzat, D.L., and Therriault, T.W. 2007. Status of the European Green Crab, *Carcinus maenas*, in British Columbia - 2006. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2700: vii + 39 p.
- Goldstein, J.S., Morrissey, E.M., Moretti, E.D., and Watson III, W.H. 2017. A comparison of the distribution and abundance of European green crabs and American lobsters in the Great Bay Estuary. *Fish. Res.* **189**: 10-17. doi:[10.1016/j.fishres.2017.01.002](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.01.002).
- Grason, E.W., McDonald, P.S., Adams, J., Litle, K., Apple, J.K., and Pleus, A. 2018. Citizen science program detects range expansion of the globally invasive European green crab in Washington State (USA). *Manag. Biol. Invasions* **9**(1): 39-47. doi:[10.3391/mbi.2018.9.1.04](https://doi.org/10.3391/mbi.2018.9.1.04).
- Grosholz, E., Ashton, G., Bradley, M., Brown, C., Ceballos-Osuna, L., Chang, A., de Rivera, C., Gonzalez, J., Heineke, M., Marraffini, M., McCann, L., Pollard, E., Pritchard, I., Ruiz, G., Turner, B., and Tepolt, C. 2021. Stage-specific overcompensation, the hydra effect, and the failure to eradicate an invasive predator. *Proceed. Natl Academy Sci.* **118**(12): e2003955118. doi:[10.1073/pnas.2003955118](https://doi.org/10.1073/pnas.2003955118).
- Grosholz, E.D., and Ruiz, G.M. 1995. Spread and potential impact of the recently introduced European green crab, *Carcinus maenas*, in central California. *Mar. Biol.* **122**: 239-247. doi:[10.1007/BF00348936](https://doi.org/10.1007/BF00348936).
- Grosholz, E.D., and Ruiz, G.M. 1996. Predicting the impact of introduced marine species: Lessons from the multiple invasions of the European green crab *Carcinus maenas*. *Biol. Conserv.* **78**(1): 59-66. doi:[10.1016/0006-3207\(94\)00018-2](https://doi.org/10.1016/0006-3207(94)00018-2).
- Grosholz, E.D., Ruiz, G.M., Dean, C.A., Shirley, K.A., Maron, J.L., and Connors, P.G. 2000. The Impacts of a nonindigenous marine predator in California Bay. *Ecology* **81**(5): 1206-1224. doi:[10.1890/0012-9658\(2000\)081\[1206:TIOANM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2000)081[1206:TIOANM]2.0.CO;2).
- Haarr, M.L., and Rochette, R. 2012. The effect of geographic origin on interactions between adult invasive green crabs *Carcinus maenas* and juvenile American lobsters *Homarus americanus* in Atlantic Canada. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **422-423**: 88-100. doi:[10.1016/j.jembe.2012.04.016](https://doi.org/10.1016/j.jembe.2012.04.016).
-

-
- Hewitt, C.L., and Martin, R.B. 2001. Revised protocols for baseline port surveys for introduced marine species: survey design, sampling protocols and specimen handling. Hobart, TAS: CSIRO Marine Research Technical Report 22. CSIRO Marine Research. Hobart, Tasmania.
- Howard, B.R., Francis, F.T., Côté, I.M., and Therriault, T.W. 2019. Habitat alteration by invasive European green crab (*Carcinus maenas*) causes eelgrass loss in British Columbia, Canada. *Biol. Invasions* **21**(12): 3607-3618. doi:[10.1007/s10530-019-02072-z](https://doi.org/10.1007/s10530-019-02072-z).
- Jeffery, N.W., Bradbury, I.R., Stanley, R.R.E., Wringe, B.F., Van Wyngaarden, M., Lowen, J.B., McKenzie, C.H., Matheson, K., Sargent, P.S., and DiBacco, C. 2018. Genomewide evidence of environmentally mediated secondary contact of European green crab (*Carcinus maenas*) lineages in eastern North America. *Evol. Appl.* **11**(6): 869-882. doi:[10.1111/eva.12601](https://doi.org/10.1111/eva.12601).
- Jeffery, N.W., DiBacco, C., Van Wyngaarden, M., Hamilton, L.C., Stanley, R.R.E., Bernier, R., FitzGerald, J., Matheson, K., McKenzie, C.H., Nadukkalam Ravindran, P., Beiko, R., and Bradbury, I.R. 2017. RAD sequencing reveals genomewide divergence between independent invasions of the European green crab (*Carcinus maenas*) in the Northwest Atlantic. *Ecol. Evol.* **7**(8): 2513-2524. doi:[10.1002/ece3.2872](https://doi.org/10.1002/ece3.2872).
- Joseph, V., Thériault, M.-H., Novaczek, I., Coffin, M., Cairns, D., Nadeau, A., Boudreau, M., Plourde, M.-A., Quijon, P.A. et Tummon Flynn, P. 2021. [Examen des activités de surveillance dans la zone de protection marine de Basin Head dans le contexte de leur efficacité pour l'évaluation de l'atteinte des objectifs de conservation](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/044. xii + 101 p.
- Kelley, A.L., de Rivera, C.E., Grosholz, E.D., Ruiz, G.M., Yamada, S.B., and Gillespie, G. 2015. Thermogeographic variation in body size of *Carcinus maenas*, the European green crab. *Mar. Biol.* **162**(8): 1625-1635. doi:[10.1007/s00227-015-2698-5](https://doi.org/10.1007/s00227-015-2698-5).
- Khiari, Z., Kelloway, S., and Mason, B. 2020. Turning invasive green crab (*Carcinus maenas*) into opportunity: recovery of chitin and protein isolate through isoelectric solubilization/precipitation. *Waste Biomass Valor.* **11**: 133-142. doi:[10.1007/s12649-018-0398-3](https://doi.org/10.1007/s12649-018-0398-3).
- Klassen, G., and Locke, A. 2007. A biological synopsis of the European green crab, *Carcinus maenas*. *Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* no. 2818: vii + 75 pp.
- Lehnert, S.J., DiBacco, C., Jeffery, N.W., Blakeslee, A.M.H., Isaksson, J., Roman, J., Wringe, B.F., Stanley, R.R.E., Matheson, K., McKenzie, C.H., Hamilton, L.C., and Bradbury, I.R. 2018. Temporal dynamics of genetic clines of invasive European green crab (*Carcinus maenas*) in eastern North America. *Evol. Appl.* **11**(9): 1656-1670. doi:[10.1111/eva.12657](https://doi.org/10.1111/eva.12657).
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., and De Poorter, M. 2000. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. Invasive Species Specialist Group. Auckland.
- Mabin, C.A. 2018. *Carcinus maenas* in South Africa: status, impacts and management. Ph.D. thesis, Department of Botany and Zoology, Stellenbosch University, Stellenbosch, South Africa.
- Mabin, C.A., Wilson, J.R.U., Le Roux, J.J., and Robinson, T.B. 2017. Reassessing the invasion of South African waters by the European shore-crab *Carcinus maenas*. *Afr. J. Mar. Sci.* **39**(3): 259-267. doi:[10.2989/1814232X.2017.1363818](https://doi.org/10.2989/1814232X.2017.1363818).

-
- MacDonald, A. 2014. Distribution, habitat use, and impacts of invasive green crabs (*Carcinus maenas*) in intertidal zones in the upper Bay of Fundy. B.Sc. (Hons.) thesis, Department of Biology, Mount Allison University, Sackville, NB.
- MacDonald, A., Kienzle, H., Drolet, D., and Hamilton, D. 2018. Distribution and Habitat Use of the Invasive *Carcinus maenas* L. (European Green Crab) and the Native *Cancer irroratus* (Say) (Rock Crab) in Intertidal Zones in the Upper Bay of Fundy, Canada. *Northeast. Nat.* **25**(1): 161-180. doi:[10.1656/045.025.0112](https://doi.org/10.1656/045.025.0112).
- Malyshev, A., and Quijón, P.A. 2011. Disruption of essential habitat by a coastal invader: new evidence of the effects of green crabs on eelgrass beds. *ICES J. Mar. Sci.* **68**(9): 1852-1856. doi:[10.1093/icesjms/fsr126](https://doi.org/10.1093/icesjms/fsr126).
- Matheson, K., and Gagnon, P. 2012a. Effects of temperature, body size, and chela loss on competition for a limited food resource between indigenous rock crab (*Cancer irroratus* Say) and recently introduced green crab (*Carcinus maenas* L.). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **428**[10.1016/j.jembe.2012.06.003](https://doi.org/10.1016/j.jembe.2012.06.003).
- Matheson, K., and Gagnon, P. 2012b. Temperature mediates non-competitive foraging in indigenous rock (*Cancer irroratus* Say) and recently introduced green (*Carcinus maenas* L.) crabs from Newfoundland and Labrador. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **414-415**[10.1016/j.jembe.2012.01.006](https://doi.org/10.1016/j.jembe.2012.01.006).
- Matheson, K., and McKenzie, C.H. 2014. Predation of sea scallops and other indigenous bivalves by invasive green crab, *Carcinus maenas*, from Newfoundland, Canada. *J. Shellfish Res.* **33**(2): 495-501. doi:[10.2983/035.033.0218](https://doi.org/10.2983/035.033.0218).
- Matheson, K., McKenzie, C.H., Gregory, R.S., Robichaud, D.A., Bradbury, I.R., Snelgrove, P.V.R., and Rose, G.A. 2016. Linking eelgrass decline and impacts on associated fish communities to European green crab *Carcinus maenas* invasion. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **548**: 31-45. doi:[10.3354/meps11674](https://doi.org/10.3354/meps11674).
- McDonald, P.S., Jensen, G.C., and Armstrong, D.A. 2001. The competitive and predatory impacts of the nonindigenous crab *Carcinus maenas* (L.) on early benthic phase Dungeness crab *Cancer magister* Dana. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **258**[10.1016/S0022-0981\(00\)00344-0](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(00)00344-0).
- McGaw, I.J., Edgell, T.C., and Kaiser, M.J. 2011. Population demographics of native and newly invasive populations of green crab *Carcinus maenas*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **430**: 235-240. doi:[10.3354/meps09037](https://doi.org/10.3354/meps09037).
- McGaw, I.J., and Naylor, E. 1992. Salinity preference of the shore crab *Carcinus maenas* in relation to coloration during intermoult and to prior acclimation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **155**(2): 145-159. doi:[10.1016/0022-0981\(92\)90059-J](https://doi.org/10.1016/0022-0981(92)90059-J).
- McKenzie, C., Matheson, K., Reid, V., Wells, T., Moulard, D., Green, D., Pilgrim, B., and Perry, G. 2016. The development of a rapid response plan to control the spread of the solitary invasive tunicate, *Ciona intestinalis* (Linnaeus, 1767), in Newfoundland and Labrador, Canada. *Manag. Biol. Invasions* **7**(1): 87-100. doi:[10.3391/mbi.2016.7.1.11](https://doi.org/10.3391/mbi.2016.7.1.11).
- McKenzie, C.H. 2011. Ecological Assessment of the Invasive European Green crab, *Carcinus maenas*, in Newfoundland: 2007-2009 – Population Dynamics and Ecological Impacts. & Green crab control - Mitigation experiments in Placentia Bay, NL. In: [Proceedings of the Regional Advisory Process on European Green Crab, *Carcinus maenas*, Population and Mitigation in Newfoundland and Labrador Region; March 17, 2010](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2011/20.
-

-
- Miller, R.J. 1990. Effectiveness of crab and lobster traps. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **47**: 1228-1251. doi:[10.1139/f90-143](https://doi.org/10.1139/f90-143).
- Miron, G., Audet, D., Landry, T., and Moriyasu, M. 2005. Predation potential of the invasive green crab (*Carcinus maenas*) and other common predators on commercial bivalve species found on Prince Edward Island. *J. Shellfish Res.* **24**(2): 579-586. doi:[10.2983/0730-8000\(2005\)24\[579:PPOTIG\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2983/0730-8000(2005)24[579:PPOTIG]2.0.CO;2).
- Mersey Tobeatic Research Institute and Parks Canada. 2015. Annual report of research and monitoring in the Greater Kejimkujik ecosystem 2014. Kemptville, Nova Scotia.
- Mersey Tobeatic Research Institute and Parks Canada. 2016. Annual report of research and monitoring in the greater Kejimkujik ecosystem 2015. Kemptville, Nova Scotia.
- MPO. 2011. [Évaluation écologique du crabe vert \(*Carcinus maenas*\) envahissant à Terre-Neuve entre 2007 et 2009](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2010/033.
- MPO. 2016. [Évaluation du homard d'Amérique à Terre-Neuve](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2016/052.
- Paille, N., Lambert, J., Simard, N., and Pereira, S. 2006. Le crabe vert (*Carcinus maenas*): Revue de littérature et situation aux Îles-de-la-Madeleine. *Rapp. Can. Ind. Sci. Halieut. Aquat.* **276**: vi + 36 p.
- Pickering, T., and Quijón, P.A. 2011. Potential effects of a non-indigenous predator in its expanded range: assessing green crab, *Carcinus maenas*, prey preference in a productive coastal area of Atlantic Canada. *Mar. Biol.* **158**(9): 2065-2078. doi:[10.1007/s00227-011-1713-8](https://doi.org/10.1007/s00227-011-1713-8).
- Poirier, L.A., Mohan, J., Speare, R., Davidson, J., Quijón, P.A., and St-Hilaire, S. 2016. Moulting synchrony in green crabs (*Carcinus maenas*) from Prince Edward Island, Canada. *Mar. Biol. Res.* **12**(9): 969-977. doi:[10.1080/17451000.2016.1210810](https://doi.org/10.1080/17451000.2016.1210810).
- Poirier, L.A., Tang, S., Mohan, J., O'Connor, E., Dennis, E., Abdullah, M., Zhou, D., Stryhn, H., St-Hilaire, S., and Quijón, P.A. 2018. A novel bycatch reduction device (BRD) and its use in a directed fishery for non-indigenous green crabs (*C. maenas*) in Atlantic Canada. *Fish. Res.* **204**: 165-171. doi:[10.1016/j.fishres.2018.02.018](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.02.018).
- Poirier, L.A., Tummon Flynn, P., Gehrels, H., and Quijón, P.A. 2020. Fukui foldable traps versus fyke nets as options for fishing European green crabs (*Carcinus maenas*) in soft-bottom habitats: Exploring efficiency and limiting bycatch. *Fish. Res.* **230**: 105637. doi:[10.1016/j.fishres.2020.105637](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105637).
- Pouliot, D. 2009. Kejimkujik National Park Seaside. Green crab monitoring. Little Port Joli and St. Catherine's River Lagoons. July 2009 trapping sessions. Parks Canada Unpublished report.
- Queiroga, H. 1993. An analysis of the size structure of *Carcinus maenas* (L.) in canal de Mira (Ria de Averno, Portugal) using probability paper method. *Bios* **1**: 89-106.
- Rayner, G. 2018. The behavioural interactions between American lobster (*Homarus americanus*) and the invasive green crab (*Carcinus maenas*). M.Sc. thesis, Department of Ocean Sciences, Memorial University of Newfoundland, St. John's, Newfoundland and Labrador.
- Rayner, G., and McGaw, I.J. 2019. Effects of the invasive green crab (*Carcinus maenas*) on American lobster (*Homarus americanus*): Food acquisition and trapping behaviour. *J. Sea Res.* **144**[10.1016/j.seares.2018.10.004](https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.10.004).
-

-
- Rewitz, K., Styrishave, B., Depledge, M.H., and Anderson, O. 2004. Spatial and temporal distribution of shore crabs *Carcinus maenas* in a small tidal estuary (Looe Estuary, Cornwall, England). *J. Crust. Biol.* **24**(1): 178-187. doi:[10.1651/C-2417](https://doi.org/10.1651/C-2417).
- Roman, J. 2006. Diluting the founder effect: cryptic invasions expand a marine invader's range. *P. Roy. Soc. Lond. B Biol.* **273**(1600): 2453-2459. doi:[10.1098/rspb.2006.3597](https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3597).
- Rossong, M., Quijon, P., Snelgrove, P., Barrett, T., McKenzie, C., and Locke, A. 2012. Regional differences in foraging behaviour of invasive green crab (*Carcinus maenas*) populations in Atlantic Canada. *Biol. Invasions* **14**(3): 659-669. doi:[10.1007/s10530-011-0107-7](https://doi.org/10.1007/s10530-011-0107-7).
- Rossong, M., Williams, P., Comeau, M., Mitchell, S., and Apaloo, J. 2006. Agonistic interactions between the invasive green crab, *Carcinus maenas* (Linnaeus) and juvenile American lobster, *Homarus americanus* (Milne Edwards). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **329**[10.1016/j.jembe.2005.09.007](https://doi.org/10.1016/j.jembe.2005.09.007).
- Rossong, M.A. 2016. Impacts of newly established non-indigenous green crab (*Carcinus maenas*) on native fauna in Placentia Bay, Newfoundland. Ph.D. thesis, Department of Biology, Memorial University of Newfoundland, St. John's, Newfoundland and Labrador.
- Say, T. 1817. An account of the Crustacea of the United States. *J. Acad. Nat. Sci. Phila.* **1**: 65-80.
- Simard, N., Pereira, S., Estrada, R., and Nadeau, M. 2013. État de la situation des espèces envahissantes marines au Québec. *Rapp. Manus. Can. Sci. Halieut. Aquat.* 3020: viii + 61 p.
- Tan, E.B.P., and Beal, B.F. 2015. Interactions between the invasive European green crab, *Carcinus maenas* (L.), and juveniles of the soft-shell clam, *Mya arenaria* L., in eastern Maine, USA. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **462**: 62-73. doi:[10.1016/j.jembe.2014.10.021](https://doi.org/10.1016/j.jembe.2014.10.021).
- Taylor, E.W. 1982. Control and Co-ordination of Ventilation and Circulation in Crustaceans: Responses to Hypoxia And Exercise. *J. Exp. Biol.* **100**(1): 289-319. doi:[10.1242/jeb.100.1.289](https://doi.org/10.1242/jeb.100.1.289).
- Therriault, T.W., Herborg, L.-M., Locke, A., and McKindsey, C.W. 2008. [Risk Assessment for European green crab \(*Carcinus maenas*\) and Chinese mitten crab \(*Eriocheir sinensis*\) in Canadian Waters](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2008/042.
- Thresher, R., Proctor, C., Ruiz, G., Gurney, R., MacKinnon, C., Walton, W., Rodriguez, L., and Bax, N. 2003. Invasion dynamics of the European shore crab, *Carcinus maenas*, in Australia. *Mar. Biol.* **142**(5): 867-876. doi:[10.1007/s00227-003-1011-1](https://doi.org/10.1007/s00227-003-1011-1).
- Tremblay, M.J., Thompson, A., and Paul, K. 2006. Recent trends in the abundance of the invasive green crab (*Carcinus maenas*) in Bras d'Or Lakes and eastern Nova Scotia based on trap surveys. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2673: iii + 32.
- Tummon Flynn, P., Lynn, K.D., Cairns, D.K., and Quijón, P.A. 2019. The role of the non-indigenous green crab (*Carcinus maenas*) in the decline of a unique strain of Irish moss (*Chondrus crispus*): direct and indirect effects. *ICES J. Mar. Sci.* **76**(7): 2338-2348. doi:[10.1093/icesjms/fsz130](https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz130).
- Turner, B.C., de Rivera, C.E., Grosholz, E.D., and Ruiz, G.M. 2016. Assessing population increase as a possible outcome to management of invasive species. *Biol. Invasions* **18**(2): 533-548. doi:[10.1007/s10530-015-1026-9](https://doi.org/10.1007/s10530-015-1026-9).
-

-
- Vercaemer, B., Ouellette-Plante, J., Johnson, J.T., and McIsaac, A. 2011. Assessment of green crab (*Carcinus maenas*) abundance in the Bras d'Or Lakes of Cape Breton, N.S. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2965: vi + 42 p.
- Vercaemer, B., and Sephton, D. 2016. European green crab (*Carcinus maenas*) monitoring in the Maritimes Region 2008-2015. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3147: v + 56p.
- Webber, M.M. 2013. Results of the one-day green crab trapping survey conducted along the Maine coast from August 27 to 28, 2013. Maine Department of Marine Resources. Augusta, ME.
- Williams, P.J., Floyd, T.A., and Rossong, M.A. 2006. Agonistic interactions between invasive green crabs, *Carcinus maenas* (Linnaeus), and sub-adult American lobsters, *Homarus americanus* (Milne Edwards). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. **329**[10.1016/j.jembe.2005.08.008](https://doi.org/10.1016/j.jembe.2005.08.008).
- Wong, M. 2013. Green crab (*Carcinus maenas* (Linnaeus, 1758)) foraging on soft-shell clams (*Mya arenaria* Linnaeus, 1758) across seagrass complexity: Behavioural mechanisms and a new habitat complexity index. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. **446**[10.1016/j.jembe.2013.05.010](https://doi.org/10.1016/j.jembe.2013.05.010).
- Yamada, S.B. 2001. Global invader: The European green crab. Oregon Sea Grant, Oregon State University, OR.
- Yamada, S.B., Dumbauld, B.R., Kalin, A., Hunt, C.E., Figlar-Barnes, R., and Randall, A. 2005. Growth and persistence of a recent invader *Carcinus maenas* in estuaries of the northeastern Pacific. Biol. Invasions **7**(2): 309-321. doi:[10.1007/s10530-004-0877-2](https://doi.org/10.1007/s10530-004-0877-2).
- Yamada, S.B., Thomson, R.E., Gillespie, G.E., and Norgard, T.C. 2017. Lifting Barriers to Range Expansion: the European Green Crab *Carcinus maenas* (Linnaeus, 1758) enters the Salish Sea. J. Shellfish Res. **36**(1): 201-208. doi:[10.2983/035.036.0121](https://doi.org/10.2983/035.036.0121).
- Young, A.M., Elliott, J.A., Incatasciato, J.M., and Taylor, M.L. 2017. Seasonal catch, size, color, and assessment of trapping variables for the European green crab *Carcinus maenas* (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Portunoidea: Carcinidae), a nonindigenous species in Massachusetts, USA. J. Crust. Biol. **37**(5): 556-570. doi:[10.1093/jcibi/rux068](https://doi.org/10.1093/jcibi/rux068).
- Zargarpour, N., McKenzie, C.H., and Favaro, B. 2019. A field-based investigation of behavioural interactions between invasive green crab (*Carcinus maenas*), rock crab (*Cancer irroratus*), and American lobster (*Homarus americanus*) in southern Newfoundland. PeerJ **8**: e8444. doi:[10.7717/peerj.8444](https://doi.org/10.7717/peerj.8444).

7. FIGURES

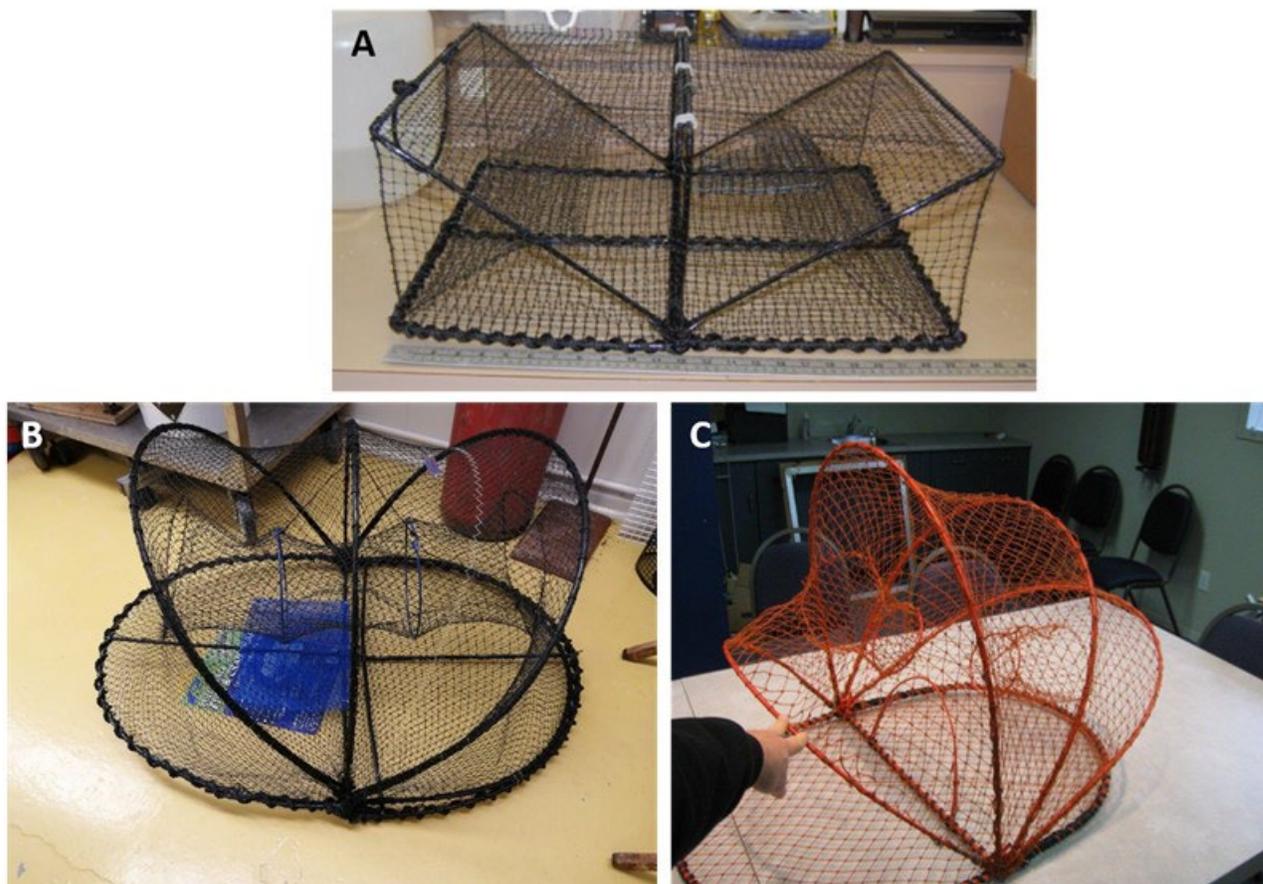


Figure 3. Pièges à poissons/crabes pliables. A. Piège Fukui – Photo : E. Watson, Pêches et Océans Canada, région du Golfe; B. Piège Promar – Photo : Iain McGaw, Université Memorial de Terre-Neuve; C. Piège Morenot – Photo : Morenot Canada Ltd.

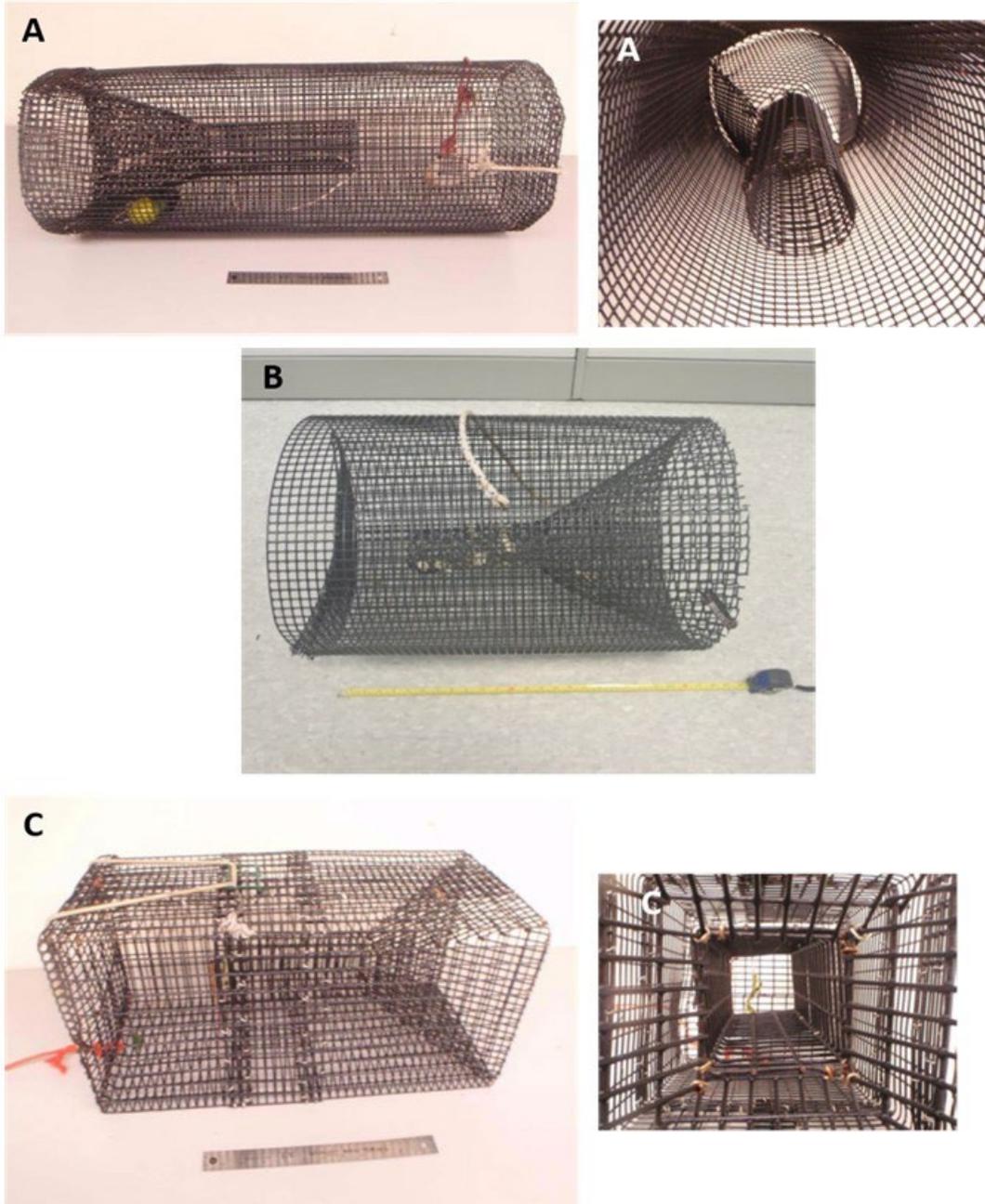


Figure 4. Pièges à anguilles et pièges à anguilles modifiés. A. Piège à anguilles cylindrique – Photo : Pouliot 2009; B. Piège à anguilles modifié – Photo : A. Nadeau, Pêches et Océans Canada, région du Golfe; C. Piège à anguilles modifié de Russell – Photo : Pouliot 2009.



Figure 5. Piège à vairons – Photo : Wildco.com



Figure 6. Pièges à caisson. A. Piège à crevette de Russell – Photo : Pouliot 2009; B. Piège Delbert – Photo : direction de Souris et de la région de la Fédération de la faune de l'Î.-P.-É.

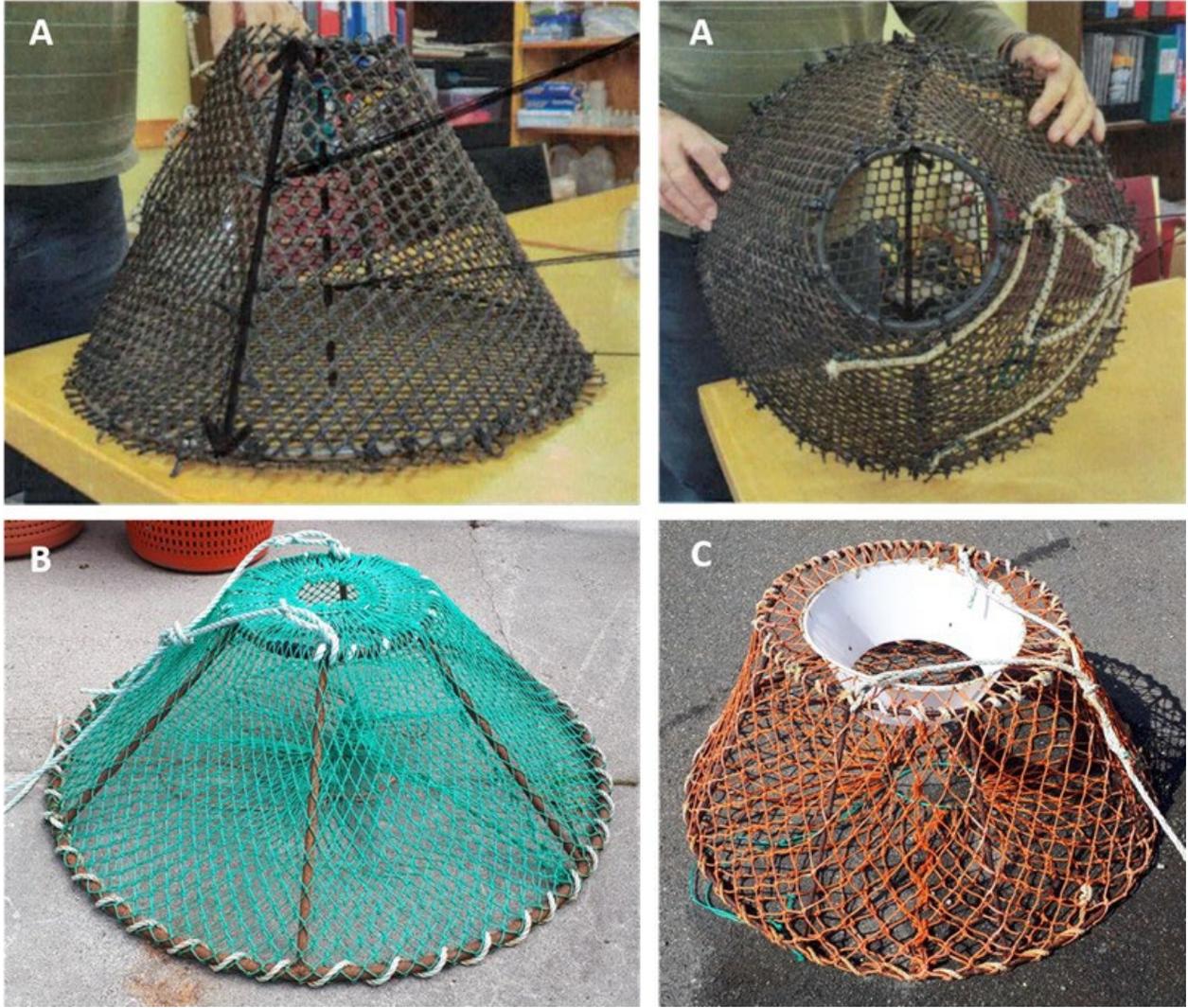


Figure 7. Pièges coniques. A. Piège Luke – Photo : direction de Souris et de la région de la Fédération de la faune de l'Î.-P.-É.; B. Casier à buccins modifié – Photo : P.S. Sargent. C. Piège à crabe des neiges – Photo : P.S. Sargent.



Figure 8. Piège à homards Photo : R. Estrada d'après Simard et al. 2013.

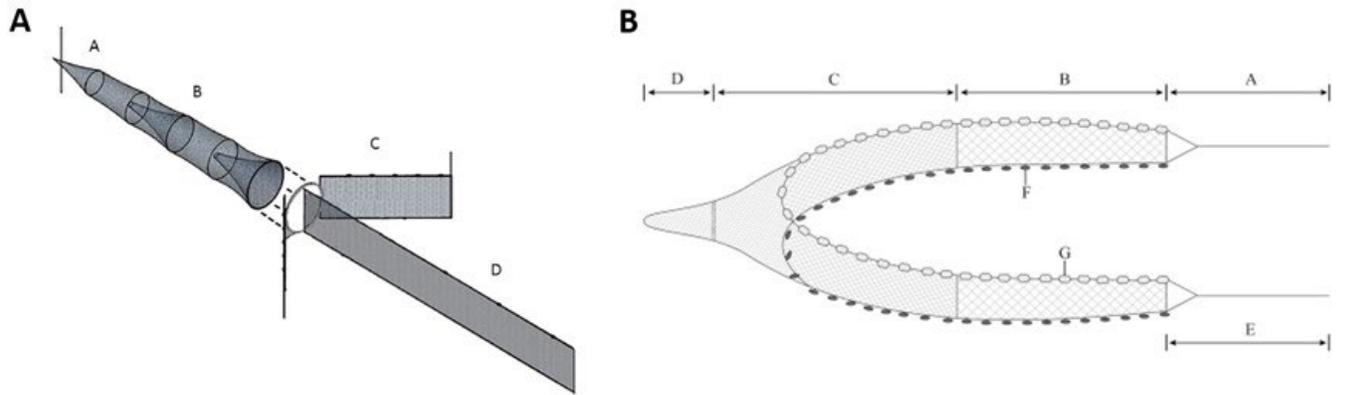


Figure 9. Filets. A. Verveux – Photo : Poirier et al. 2020; b. Senne de plage – Photo : Ashoka Deepananda et al. 2016.

8. TABLEAUX

Tableau 1. Types de pièges utilisés au Canada pour capturer le crabe vert. (L'ordre des types de pièges va du plus utilisé au moins utilisé).

Catégorie de piège	Type de piège	Forme	Dimensions (cm)	Volume (cm ³)	Maillage (cm)	Matériau du maillage	Entrée(s)	But	Région et référence
Piège à poissons/ crabes pliable (Figure 3)	Piège Fukui	Caisson	60L × 45l × 20H	54 000	1,3 × 1,3	Fil de polyéthylène haute densité résistant aux UV	2 côtés, panneaux en maille orientés vers l'intérieur avec des ouvertures en fente	Détection précoce, surveillance, atténuation, recherche	C.-B. – Duncombe et Therriault 2017; N.-B. – Bernier <i>et al.</i> 2020; N.-É. – Vercaemer et Sephton 2016; T.-N.-L. – Bergshoeff <i>et al.</i> 2019; Î.-P.-É. – Poirier <i>et al.</i> 2020; QC – Simard <i>et al.</i> 2013
	Piège Promar	Dôme ovale	90L × 60l × 60H	-	2,5	Maille en nylon	2 extrémités, entonnoirs circulaires, 15 cm D	Surveillance, recherche	C.-B. – McGaw <i>et al.</i> 2011; T.-N.-L. – McGaw com. pers.
	Piège Morenot	Dôme ovale	60L × 45l × 30H		0,9	Polyéthylène	2 extrémités, entonnoirs circulaires, 7 cm D	Surveillance, recherche	C.-B. – McGaw <i>et al.</i> 2011; T.-N.-L. – McGaw com. pers.
Piège à anguilles (Figure 4)	Piège à anguilles cylindrique	Cylindrique	91L × 31D	69 000	1,0	Plastique Vexar®	1 côté, entonnoir circulaire	Surveillance, atténuation	N.-B., N.-É., Î.-P.-É. – Pouliot 2009, Vercaemer et Sephton 2016, Bernier <i>et al.</i> 2020
	Piège à anguilles cylindrique modifié	Cylindrique	61L × 37D	66 000	1,3	Plastique Vexar®	1 côté, entonnoir circulaire	Surveillance	N.-É. et Î.-P.-É. – Bernier <i>et al.</i> 2020
	Piège à anguilles de Russell	Rectangulaire	59L × 28l × 28H	46 000	2,5 × 1,0	Fil revêtu de plastique	1 côté, entonnoir carré	Surveillance, atténuation	N.-É. – Pouliot 2009
Piège à vairons (Figure 5)	Piège à vairons	Cylindrique	40L × 20D	10 000	0,6	Câble en acier galvanisé	2 côtés, cônes inversés	Détection précoce, surveillance	C.-B. – Gillespie <i>et al.</i> 2007; N.-É. – Pouliot 2009; QC – Simard <i>et al.</i> 2013

Catégorie de piège	Type de piège	Forme	Dimensions (cm)	Volume (cm ³)	Maillage (cm)	Matériau du maillage	Entrée(s)	But	Région et référence
Piège à caisson (Figure 6)	Piège à crevettes modifié de Russell	Rectangulaire	61L × 51l × 36H	112 000	2,5	Fil revêtu de plastique	1 dessus, rectangulaire effilé	Surveillance, atténuation	N.-B., N.-É., Î.-P.-É. – Pouliot 2009, Vercaemer et Sephton 2016, Bernier <i>et al.</i> 2020
	Piège Delbert	Rectangulaire	61L × 48l × 36H	103 400	1,3 × 2,5	Fil revêtu de plastique	2 côtés, tournés vers l'intérieur	Détection précoce, atténuation	Î.-P.-É. – Joseph <i>et al.</i> 2021
Piège conique (Figure 7)	Piège Luke	Cône tronqué	51DC x 14DT x 30H	20 600	1,3	Maille Vexar® sur cadre en acier soudé	1 dessus, circulaire	Détection précoce, atténuation	Î.-P.-É. – Joseph <i>et al.</i> 2021
	Casier à buccins modifié	Cône tronqué	93DC x 30DT x 30H	99 000	5	Polypropylène tressé	1 dessus, circulaire	Surveillance, recherche	T.-N.-L. – Blakeslee <i>et al.</i> 2010; QC – Simard <i>et al.</i> 2013
	Casier à crabes modifié	Cône tronqué	127DC x 69DT x 58H	452 000	2,5	Polypropylène tressé	1 dessus, circulaire	Détection précoce, surveillance, recherche	T.-N.-L. – McKenzie données non publiées; QC – Simard <i>et al.</i> 2013
Autres pièges (Figure 8)	Casier à homards modifié	Trapézoïdale				Lames en bois	2 côtés, entonnoir circulaire	Détection précoce, surveillance	QC – Simard <i>et al.</i> 2013
Filets (Figure 9)	Verveux	Cylindrique avec des ailes à panneau plat et un guideau	Guideau de 10 m, ailes de 1,5 m, 5 anneaux, 3 entonnoirs		2.0	Filet en nylon	1 extrémité, circulaire	Détection précoce, surveillance, recherche	Î.-P.-É. – Audet <i>et al.</i> 2008, Poirier <i>et al.</i> 2020; QC – Simard <i>et al.</i> 2013
	Senne de plage		25 m L, ralingue supérieure de 24,4 m, ralingue inférieure de 26,2 m	S. O.	1,9 étiré dans les ailes et le ventre, 0,9 dans la queue de chalut	Filet en nylon	1 extrémité, circulaire	Surveillance, recherche	T.-N.-L. – Matheson <i>et al.</i> 2016; QC – Simard <i>et al.</i> 2013; Golfe – Bernier, comm. pers.

Tableau 2. Types de pièges utilisés dans une zone en dehors du Canada pour capturer le crabe vert.

Catégorie de piège	Type de piège	Forme	Dimensions (cm)	Volume (cm ³)	Maillage (cm)	Matériau du maillage	Entrée(s)	But	Région et référence
Piège cylindrique	Piège Acer ou Blanchard	Cylindrique	90L × 46D	129 500	1,3 x 2,5	Fil revêtu de vinyle	2 côtés, cônes inversés	Surveillance, atténuation	Est des États-Unis : MA – Beal, 2014, Young <i>et al.</i> 2017
	Pièges Netlon cylindriques	Cylindrique	60L × 30D; 120L × 60D	42 000; 339 000	0,5; 2	Netlon	2 côtés, entonnoir circulaire	Surveillance, recherche	R.-U. – McGaw <i>et al.</i> 2011
Piège à anguilles	Piège à anguilles rectangulaire	Rectangulaire	89L × 30l × 30H	77 800	1,3 x 2,5	Fil revêtu de vinyle	1 côté, goulotte	Surveillance, atténuation	Est des États-Unis : MA – Young <i>et al.</i> 2017
Piège à caisson	Piège à homards standard sans événement	Rectangulaire	90L × 47l × 35H	148 000	2,5 × 2,5	Fil revêtu de plastique	1 entonnoir carré	Suivi, recherche, éducation	Est des États-Unis : ME – Webber 2013; NH – Goldstein <i>et al.</i> 2017
	Piège Terminator	Rectangulaire	60L × 60l × 38H	136 800	1,3 x 2,5	Fil revêtu de vinyle	2 dessus, rectangulaire	Surveillance, atténuation	Est des États-Unis : MA – Young <i>et al.</i> 2017
	Piège Ketcham	Rectangulaire	60L × 46l × 23H	63 000	1,3 x 2,5	Fil revêtu de vinyle	1 dessus, circulaire	Surveillance, atténuation	Est des États-Unis : MA – Young <i>et al.</i> 2017
	Piège à côtés inclinés	Rectangulaire	60L × 60l × 41H	40 600	1,3 x 2,5	Fil revêtu de vinyle	2 côtés, rectangulaire	Surveillance, atténuation	Est des États-Unis : MA – Young <i>et al.</i> 2017
	Piège Fulton	Rectangulaire	61L × 31l × 28H	53 000	0,5	Fil revêtu de plastique	1 côté, goulotte	Surveillance, recherche	Est des États-Unis : NH – Fulton <i>et al.</i> 2013
	Piège Mabin	Rectangulaire	75L × 25l × 25H	47 000	1 x 1,5	Maille en plastique rigide	2 côtés, entonnoir circulaire	Surveillance, recherche	Afrique du Sud – Mabin 2018
Autres pièges	Piège à fosse	Cylindrique	37L × 30D	26 000	S. O.	S. O.	1 dessus, circulaire	Surveillance	Ouest des États-Unis : CA – Grosholz et Ruiz 1995; OR et WA – Behrens Yamada et Gillespie 2008
	Piège trapézoïdal	Trapézoïdale	90L × 46TC × 28TT × 25H	83 300	1,3 x 2,5	Fil revêtu de vinyle	1 dessus, rectangulaire	Surveillance, atténuation	Est des États-Unis : MA – Young <i>et al.</i> 2017

Catégorie de piège	Type de piège	Forme	Dimensions (cm)	Volume (cm³)	Maillage (cm)	Matériau du maillage	Entrée(s)	But	Région et référence
Filets	Nasse à poissons	Circulaire	70D	-	1,0	-	1 dessus, circulaire	Recherche	Danemark – Aagard <i>et al.</i> 1995, Angleterre – Rewitz <i>et al.</i> 2004; et Portugal – Queiroga 1993

Tableau 3. Les pièges et leur utilisation par province.

Province	Piège	Détection précoce/Évaluation rapide	Surveillance	Recherche	Contrôle	Références
Terre-Neuve-et-Labrador	Fukui	✓	✓	✓	✓	Blakeslee <i>et al.</i> 2010; MPO 2011; McKenzie 2011; Best <i>et al.</i> 2017; Favaro <i>et al.</i> 2020; McKenzie données non publiées
	À vairons	S. O.	S. O.	□	S. O.	
	Piège à buccins/crabes des neiges modifié	X	X	S. O.	X	
Nouvelle-Écosse	Piège à anguilles cylindrique (modifié)	X	X	✓	S. O.	Pouliot 2009; MPO 2011; MacDonald 2014; MacDonald <i>et al.</i> 2018; Vercaemer et Sephton 2016; Mersey Tobeatic Research Institute et Parcs Canada 2016.
	Fukui	✓	✓	✓	S. O.	
	À vairons (modifié)	✓	✓	✓	S. O.	
	À anguilles rectangulaire (modifié)	X	X	✓	S. O.	
	Piège à crevettes de « Russell » (modifié)	S. O.	S. O.	✓	✓	
Nouveau-Brunswick	Piège à anguilles cylindrique (modifié)	✓	✓	✓	✓	MacDonald 2014; MacDonald <i>et al.</i> 2018; Bernier <i>et al.</i> 2020; Locke et Bernier données non publiées.
	Fukui	✓	✓	✓	S. O.	
	Verveux	S. O.	S. O.	S. O.	✓	
	À vairons	S. O.	X	X	S. O.	
	Piège à crevettes de Russell (modifié)	✓	✓	✓	S. O.	
Île-du-Prince-Édouard	Piège à anguilles cylindrique (modifié)	✓	✓	S. O.	✓	Klassen et Locke 2007; MPO 2011; Poirer <i>et al.</i> 2018, 2020; Bernier <i>et al.</i> 2020; Locke et Bernier non publié; contrôle en

Province	Piège	Détection précoce/Évaluation rapide	Surveillance	Recherche	Contrôle	Références
	Piège Delbert	X	S. O.	S. O.	X	vertu de l'article 52 non publié; R. Bernier comm. pers.
	Fukui	✓	✓	✓	S. O.	
	Verveux	S. O.	S. O.	✓	✓	
	Piège Luke	X	S. O.	S. O.	✓	
	À vairons	S. O.	X	X	✓	
	Casier à homard modifié	S. O.	S. O.	S. O.	X	
Québec	Fukui	✓	✓	✓	✓	Paille <i>et al.</i> 2006; Simard <i>et al.</i> 2013
	Verveux	✓	✓	S. O.	✓	
	Piège à vairons	X	S. O.	S. O.	S. O.	
	Casier à buccins modifié	X	S. O.	S. O.	S. O.	
	Casier à homards en bois (modifié)	X	S. O.	S. O.	S. O.	
	Casier à crabes modifié	X	S. O.	S. O.	S. O.	Paille <i>et al.</i> 2006
Colombie-Britannique	Fukui	✓	✓	✓	✓	Gillespie <i>et al.</i> 2007; McGaw <i>et al.</i> 2011; Curtis <i>et al.</i> 2015; Gillespie <i>et al.</i> 2015; Duncombe et Therriault 2017
	À vairons	✓	✓	S. O.	S. O.	

S. O. – non utilisé ✓ – utilisé X – plus utilisé

Tableau 4 Résumé des activités d'atténuation ou de contrôle par province.

Province	Site	Année	Piège	Appât	Nombre de jours	Nombre de pièges	CPUE	Prises totales	Diminution de la CPUE	Diminution de la taille des crabes	Augmentation des espèces indigènes	Référence
T.-N.-L.	North Harbour, baie Placentia, T.-N.-L.	2008-2009	Piège Fukui Casiers à crabes modifiés Casiers à buccins modifiés	Hareng Maquereau Carcasses de morue Calmar	22 (2018) 9 (2019)	~ 40	MAX : 7 kg/piège/h (casier à crabes modifié) MAX : 2 kg/piège/h (piège Fukui)	14 000 kg	O	O	O	McKenzie 2011
T.-N.-L.	Baie Placentia (T.-N.-L.)	2014-2016	Piège Fukui	Hareng Carcasses de morue	21 (2014) 17 (2015) 20 (2016)	30/site (2014) 60/site (2015-2016)	MAX : 1,4 kg/piège/h	24 000 kg	O	O	S. O.	McKenzie données non publiées
T.-N.-L.	Baie Placentia (T.-N.-L.)	À partir de 2017	Piège Fukui	Carcasses de morue	40 (2017); 70 (2018-2020)	200-350 (2017); 350 (2018-2020)	AVE : 1,8 kg/piège/jour (site avec les plus grandes abondances)	330 000 kg	O; baisse en 2018-2019, mais augmentation en 2020	O	O	M. Clarke (comm. pers.)
T.-N.-L.	Baie St. George, ouest de T.-N.-L.	À partir de 2012	Piège Fukui, Piège MacDonald (piège Fukui modifié)	Hareng et morue	17 (2017) 18 (2018) 16 (2019)	20	Moyenne de 1,49 crabe/piège/jour fourchette de 14-3 crabes (2019)	6 115 (2018) 5 497 crabes (2019)	O	O	O	Qalipu, Premières Nations, MAMKA 2020
T.-N.-L.	Baie Fortune (T.-N.-L.)	À partir de 2015	Piège Fukui	Hareng et morue	24 (2020)	1 (2015) 3 (2016) 20 (2017) 60 (2019-2021)	S. O.	125 784 crabes (2020)	N	N	N	FFAW données non publiées (feuilles de journal).
N.-É.	Parc national Kejimikujik (Bord de mer)	2010-2014; Surveillance 2015-	Piège Russell	Hareng	12/an	14	Moyenne : ~ 70 crabes/piège/jour (2010)	~ 2 000 000 crabes	~70 (2010) à < 15 (2014), augmentation observée en 2013	O (~ 60 à 40 mm)	O	Parcs Canada 2014; Mersey Tobetic Research Institute et Parcs Canada 2015, 2016; C. McCarthy Comm. pers. (dans Vercaemer et Sephton 2016)

Province	Site	Année	Piège	Appât	Nombre de jours	Nombre de pièges	CPUE	Prises totales	Diminution de la CPUE	Diminution de la taille des crabes	Augmentation des espèces indigènes	Référence
N.-É.	Sud-ouest et est de la N.-É. (uniquement) Pêche	2011-2015	S. O.	S. O.	S. O.	75 pièges par permis (5 à 19 permis/an)	~ 50 crabes par jour (moyenne générale)	157 000 kg (~ 3 000 000 crabes)	S. O.	S. O.	S. O.	Vercaemer et Sephton 2016
N.-É.	Pêche pilote sur le littoral du Golfe	2015-2017	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	715,5 kg (2015) 2 500,62 kg (2016) 963 kg (2017)	S. O.	S. O.	S. O.	Gestion des pêches du MPO, données non publiées ¹
N.-B.	Pêche pilote dans la région du Golfe	2015-2017	Verveux	S. O.	7 (2015) 0 (2016) 0 (2017)	7 pour 1 titulaire de permis	S. O.	0 (2015) Un pêcheur a demandé que son permis d'anguille lui soit rendu après 1 an.	S. O.	S. O.	S. O.	Gestion des pêches du MPO, données non publiées ¹
Î.-P.-É.	Basin Head	2009	Fukui À anguilles modifié À vairons	Hareng décongelé Hareng ou thon en conserve	56 11 2	20 4 2	MOYENNE 9,54 crabes/piège/jour MOYENNE 11,73 crabes/piège/jour MOYENNE 1,1 crabe/piège/jour	12 500 crabes (juin-déc.) 880 crabes (oct-nov.) 20 crabes (juillet)	O (temporairement)	S. O.	S. O.	MPO 2011 (compte rendu du SCAS); R. Bernier, données non publiées
		2010	Fukui	Hareng décongelé, hareng ou thon en conserve	107	S. O.	MOYENNE 19,2 crabes/piège/jour	42 949 crabes (mars-nov.)	S. O.	S. O.	S. O.	R. Bernier, données non publiées
		2016-2020	Fukui, Russell, Luke, Delbert	Harengs/maquereaux congelés	32-46, 88 (2018)	32-53	S. O.	35 785 (2016) 32 821 crabes (2017) 45 578 crabes (2018) 15 415 (2019); 80 515 (2020)	S. O.	S. O.	S. O.	Joseph <i>et al.</i> 2021; MPO, Écosystèmes aquatiques, données non publiées

Province	Site	Année	Piège	Appât	Nombre de jours	Nombre de pièges	CPUE	Prises totales	Diminution de la CPUE	Diminution de la taille des crabes	Augmentation des espèces indigènes	Référence
Î.-P.-É.	Pêche pilote dans la région du Golfe	2015-2017	Verveux Casier à homards modifié	S. O.	48,5 (2015) 43 (2016) 34 (2017)	17 (2015) S. O. (2016-2017)	S. O.	488 kg (2015) 3 248 kg (2016) 595 kg (2017)	S. O.	S. O.	S. O.	Gestion des pêches du MPO, données non publiées ¹
Québec	Îles de la Madeleine	À partir de 2008	Fukui Verveux	Maquereau Hareng	Voir le tableau 1 dans Simard <i>et al.</i> 2013		MOYENNE CPUE 4 crabes/piège /jour : Plage de 0 à 9	26 925 crabes (2008-2014) 18 crabes (2015-2020)	O	N	O	Simard <i>et al.</i> 2013 + données non publiées
C.-B.	Bras de mer Pipestem (C.-B.)	2010-2014	Piège Fukui	Hareng	8 à 13 jours	72	MAX : 60 crabes/piège/jour (moyenne)	> 62 000 crabes	O	O	S. O.	Duncombe et Therriault 2017

¹Données obtenues et compilées à partir des journaux de bord de l'industrie soumis à la Gestion des pêches de la région du Golfe du MPO pour la pêche pilote du crabe vert dans la région du Golfe (2015-2017).

Tableau 5. Résumé des pièges/filets utilisés pour capturer le crabe vert au Canada, avec leurs avantages et inconvénients respectifs.

Type de piège	Nom du piège	Pliable	Léger	Facilement transportable en grand nombre	Déploiement Navire côtier/petit navire	Durable	Grande capacité de capture	Niveaux de prises accessoires faibles des poissons/invertébrés	Faible risque de prise accessoire de mammifères	Capable de capturer des petits crabes
Piège à poissons/crabes pliable	Fukui	●	●	●	●	○	○	○ ¹	○ ²	X
	Promar	●	●	●	●	○	○	○	S.O.	X
	Morenot	●	●	●	●	○	○	○	S.O.	X
Piège à anguilles	Cylindrique	X	○	X	S	○	●	●	●	X
	Modifié	X	○	X	S	○	●	●	●	X
	Russell	X	○	X	S	●	●	●	●	X
Piège à vairons/écrevisses	Vairon/Écrevisse	○	●	●	S	●	●	●	●	○
Piège à caisson	À crevettes modifié de Russell	X	○	X	X	●	●	●	●	X
	Delbert	X	○	X	X	●	●	●	●	X
Piège conique	Luc	X	X	X	X	●	○	S.O.	●	X
	À buccins modifié	○ ³	X	○	X	●	○	●	●	X
	À crabes des neiges modifié	○ ³	X	○	X	●	●	●	●	X
Autres pièges	À homards modifié	X	X	X	X	○	○	○	S.O.	X
Filets	Verveux	●	X	X	S	○	●	X	●	X
	Senne de plage	●	X	X	S	○	X	X	●	○

● – Excellent; ○ – Bon; X – Non; S.O. – données non disponibles; S – déploiement à terre; ¹Peut être relâché; ²Peut être modifié pour empêcher les prises accessoires de mammifères; ³Empilable.

9. ANNEXE

Tableau A1. Types de pièges utilisés dans les études examinées par les pairs.

Référence	Type d'expérience	Lieu	Type de piège (général)
Audet <i>et al.</i> 2008	Recherche	Canada	Filets, pièges à anguilles, autres
Bergshoeff <i>et al.</i> 2018	Recherche	Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Bergshoeff <i>et al.</i> 2019	Recherche	Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Bernier <i>et al.</i> 2020	Recherche	Canada	Piège à anguilles, piège à poissons/crabes pliable, piège à caisson
Best <i>et al.</i> 2017	Recherche	Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Blakeslee <i>et al.</i> 2010	Recherche	Canada	Filets, piège conique
Compte rendu de la réunion du SCAS 2011 - McKenzie	Atténuation	Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Compte rendu de la réunion du SCAS 2011 - Therriault	Détection précoce et/ou surveillance	Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Compte rendu de la réunion du SCAS 2011 - Benoit	Détection précoce et/ou surveillance	Canada	Piège à anguilles, piège à vairons
Compte rendu de la réunion du SCAS 2011 - Watson	Atténuation	Canada	Piège à poissons/crabes pliable, piège à vairons, piège à anguilles
Curtis <i>et al.</i> 2015	Détection précoce et/ou surveillance	Canada	Piège à poissons/crabes pliable, piège à vairons
DiBacco et Therriault 2015	Recherche	Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Duncombe et Therriault 2017	Atténuation	Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Duncombe 2014	Atténuation	Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Favaro <i>et al.</i> 2020	Recherche	Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Gillespie <i>et al.</i> 2007	Détection précoce et/ou surveillance	Canada	Piège à poissons/crabes pliable, piège à vairons
Gillespie <i>et al.</i> 2015	Détection précoce et/ou surveillance	Canada	Piège à poissons/crabes pliable, piège à vairons
Joseph <i>et al.</i> 2021	Détection précoce et/ou surveillance	Canada	Piège à poissons/crabes pliable, piège à caisson, piège conique

Référence	Type d'expérience	Lieu	Type de piège (général)
Kelley <i>et al.</i> 2015	Recherche	Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Klassen et Locke 2007	Recherche	Canada	Piège à anguilles, autre
MacDonald 2014	Détection précoce et/ou surveillance	Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Matheson <i>et al.</i> 2016	Détection précoce et/ou surveillance	Canada	Filets, piège à poissons/crabes pliable
McGaw <i>et al.</i> 2011	Détection précoce et/ou surveillance	Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Paille <i>et al.</i> 2006	Détection précoce et/ou surveillance	Canada	Piège à caisson, piège à poissons/crabes pliable, piège à vairons, autre
Pickering <i>et al.</i> 2017	Détection précoce et/ou surveillance	Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Poirer <i>et al.</i> 2018	Recherche	Canada	Filets
Poirer <i>et al.</i> 2020	Recherche	Canada	Piège à poissons/crabes pliable, filets
Pouliot 2009	Détection précoce et/ou surveillance	Canada	Piège à anguilles, piège à vairons, piège à caisson
Simard <i>et al.</i> 2013	Détection précoce et/ou surveillance	Canada	Piège conique, piège à caisson, piège à vairons, filets, piège à poissons/crabes pliable, autres
Vercaemer et Sephton 2016	Détection précoce et/ou surveillance	Canada	Piège à anguilles, piège à poissons/crabes pliable, piège à caisson
Le Roux <i>et al.</i> 1990	Détection précoce et/ou surveillance	Afrique	Piège à poissons/crabes pliable
Mabin 2018	Atténuation	Afrique	Piège à vairons
Hidalgo <i>et al.</i> 2005	Détection précoce et/ou surveillance	Argentine	Piège à poissons/crabes pliable
Garside et Bishop 2014	Recherche	Australie	Piège à poissons/crabes pliable
Hewitt et Martin 2001	Détection précoce et/ou surveillance	Australie	Piège à poissons/crabes pliable
Thresher <i>et al.</i> 2003	Détection précoce et/ou surveillance	Australie	Piège à poissons/crabes pliable
Aagard <i>et al.</i> 1995	Recherche	Danemark	Autres
Quieroga 1993	Recherche	Portugal	Filets

Référence	Type d'expérience	Lieu	Type de piège (général)
McGaw <i>et al.</i> 2011	Détection précoce et/ou surveillance	Royaume-Uni	Piège à vairons
Rewitz <i>et al.</i> 2004	Recherche	Royaume-Uni	Filets
Beal 2014	Atténuation	États-Unis	Piège cylindrique
Behrens <i>et al.</i> 2002	Détection précoce et/ou surveillance	États-Unis	Piège à poissons/crabes pliable
Behrens <i>et al.</i> 2005	Recherche	États-Unis	Piège à poissons/crabes pliable, piège à vairons, autres
Behrens <i>et al.</i> 2008	Détection précoce et/ou surveillance	États-Unis	Piège à poissons/crabes pliable, piège à vairons, autres
Compte rendu de la réunion du SCAS 2011 - Grosholz	Atténuation	États-Unis	Piège à poissons/crabes pliable, piège à vairons, filets, autres
DeRivera <i>et al.</i> 2005	Détection précoce et/ou surveillance	États-Unis	Piège à poissons/crabes pliable
Fulton <i>et al.</i> 2013	Détection précoce et/ou surveillance	États-Unis	Autres
Goldstein <i>et al.</i> 2017	Détection précoce et/ou surveillance	États-Unis	Piège à caisson
Grason <i>et al.</i> 2018	Détection précoce et/ou surveillance	États-Unis	Piège à poissons/crabes pliable, piège à vairons
Grosholz et Ruiz 1995	Détection précoce et/ou surveillance	États-Unis	Piège à vairons, autres
Grosholz <i>et al.</i> 2000	Recherche	États-Unis	Autres
Washington Sea Grant	Détection précoce et/ou surveillance	États-Unis	Piège à poissons/crabes pliable, piège à vairons
Webber 2013	Détection précoce et/ou surveillance	États-Unis	Piège à caisson
Young <i>et al.</i> 2017	Recherche	États-Unis	Piège cylindrique, piège à caisson, piège à vairons, piège à anguilles, autres

Tableau A2. Types de pièges utilisés dans des études non publiées.

Étude (pas dans les références)	Type d'expérience	Lieu	Type de piège (général)
McKenzie <i>et al.</i> 2007a (1)	Détection précoce et/ou surveillance (Direction des sciences)	Terre-Neuve, Canada	Piège à poissons/crabes pliable
McKenzie <i>et al.</i> 2007b (2)	Détection précoce et/ou surveillance (Direction des sciences)	Terre-Neuve, Canada	Piège conique
McKenzie <i>et al.</i> 2008 (3)	Détection précoce et/ou surveillance (Direction des sciences)	Terre-Neuve, Canada	Piège à poissons/crabes pliable
McKenzie et Baker 2008, 2009 (4)	Atténuation (Direction des sciences du MPO/FFAW)	Terre-Neuve, Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Matheson <i>et al.</i> en prép. 2014 -2016 (5)	Atténuation (Direction des sciences du MPO/FFAW)	Terre-Neuve, Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Street <i>et al.</i> 2014-2017 (6)	Atténuation (FFAW)	Terre-Neuve, Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Lush <i>et al.</i> 2019-2021 (7)	Atténuation/contrôle (PCN des EAE T.-N.-L.)	Terre-Neuve, Canada	Piège à poissons/crabes pliable
LeBris <i>et al.</i> 2017-2022 (8)	Atténuation (Marine Institute) :	Terre-Neuve, Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Wiseman et Baker 2020-2022 (9)	Atténuation (FFAW)	Terre-Neuve, Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Strickland <i>et al.</i> (10)	Détection précoce et/ou surveillance (MAMKA)	Terre-Neuve, Canada	Piège à poissons/crabes pliable
Peddle <i>et al.</i> (11)	Détection précoce et/ou surveillance (PEEA)	Terre-Neuve, Canada	Piège à poissons/crabes pliable
MPO 2016-2017 (12)	Atténuation (P et SE)	Île-du-Prince-Édouard, Canada	Filets, pièges à anguilles, autres
MPO 2016-2017 (13)	Atténuation (P et SE)	Nouvelle-Écosse, Canada	Filets
Bernier <i>et al.</i> (14)	Détection précoce et/ou surveillance	Île-du-Prince-Édouard, Canada	Piège à poissons/crabes pliable