

# Autocueillette durable et sécuritaire de moules bleues du Saint-Laurent en collaboration avec les Wolastoqiyik Wahsipekuk (Québec, Canada)

Marie-Claude Lefebvre, Philippe Archambault, Alexandre Truchon-Savard, Guy-Pascal Weiner, Cindy Grant, Rebecca Hennigs, Isadora Desmarais-Lacourse and Mélanie Lemire

Volume 21, Number 1, May 2021

Préservation, conservation et exploitation : enjeux et perspectives pour un Océan mondial en santé

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1087870ar>  
DOI: <https://doi.org/10.4000/vertigo.30915>

[See table of contents](#)

## Publisher(s)

Université du Québec à Montréal  
Éditions en environnement VertigO

## ISSN

1492-8442 (digital)

[Explore this journal](#)

## Cite this article

Lefebvre, M.-C., Archambault, P., Truchon-Savard, A., Weiner, G.-P., Grant, C., Hennigs, R., Desmarais-Lacourse, I. & Lemire, M. (2021). Autocueillette durable et sécuritaire de moules bleues du Saint-Laurent en collaboration avec les Wolastoqiyik Wahsipekuk (Québec, Canada). *VertigO*, 21(1), 1-34. <https://doi.org/10.4000/vertigo.30915>

## Article abstract

The members of the Wolastoqiyik Wahsipekuk First Nation based in Cacouna would like to be able to harvest and consume the blue mussels that are abundant on the shores of the St. Lawrence Estuary in their ancestral territory. However, federal laws communicated by Fisheries and Oceans Canada posters prohibit their harvesting. A pilot project was therefore created between the First Nation and the collective *Manger notre Saint-Laurent* to help them reopen a blue mussel harvesting area in a sustainable and safe manner. The objectives were to identify the issues associated with mussel harvesting in the scientific documentation and to co-develop a decision tree to guide the First Nation in the eventual reopening of a shellfish harvesting area. Depending on the results, mussel harvesting may be compromised by resource conservation and/or safety issues. For harvesting to be sustainable and safe, it is important to validate that the resource is sufficiently abundant and productive (biomass, density, productivity rate) to ensure the sustainability of the resource despite harvesting, to verify the proximity of certain human facilities to reduce the risks of contamination, and to monitor certain contaminants (fecal coliforms, marine biotoxins) to ensure the safety of the harvest. Once these steps have been completed, an area can be opened up for harvesting by communicating regulations and good harvesting practices (minimum pick size, daily quotas, etc.) to contribute to the sustainability of harvesting. When blue mussel harvesting is practiced in a sustainable and safe manner, it brings community members closer to the food resources of the St. Lawrence River (Province of Quebec, Canada).



---

# Autocueillette durable et sécuritaire de moules bleues du Saint-Laurent en collaboration avec les Wolastoqiyik Wahsipekuk (Québec, Canada)

Marie-Claude Lefebvre, Philippe Archambault, Alexandre Truchon-Savard,  
Guy-Pascal Weiner, Cindy Grant, Rebecca Hennigs, Isadora Desmarais-  
Lacourse et Mélanie Lemire

---

## Introduction

- 1 Les moules bleues (*Mytilus* spp.) sont des bivalves délicieux et nutritifs, cueillis et consommés par les humains depuis des milliers d'années (Wright et al., 2018 ; Beyer et al., 2017), particulièrement ceux qui habitent les régions côtières. La cueillette récréative de moules bleues est une activité agréable qui permet de se nourrir d'aliments locaux, mais elle peut être compromise par des enjeux de durabilité et/ou de sécurité. Avant d'ouvrir un secteur à l'autocueillette de moules bleues, la première étape consiste à vérifier que la population locale de moules soit assez nombreuse, dense et productive annuellement pour assurer la durabilité de l'activité. Par ailleurs, une bonne gestion de l'autocueillette est nécessaire, car la surpêche, le non-respect des tailles minimales de cueillette ou de mauvaises techniques de cueillette peuvent causer un déclin de la population de moules et compromettre la pérennité de l'espèce dans le secteur. Aussi, puisque ce sont des organismes filtreurs, les moules bleues peuvent dans certaines conditions accumuler des contaminants chimiques ou biologiques dans leur chair et leur consommation peut représenter un enjeu de santé publique (Wright et al., 2018). Par conséquent, avant l'ouverture d'un secteur de cueillette, il importe

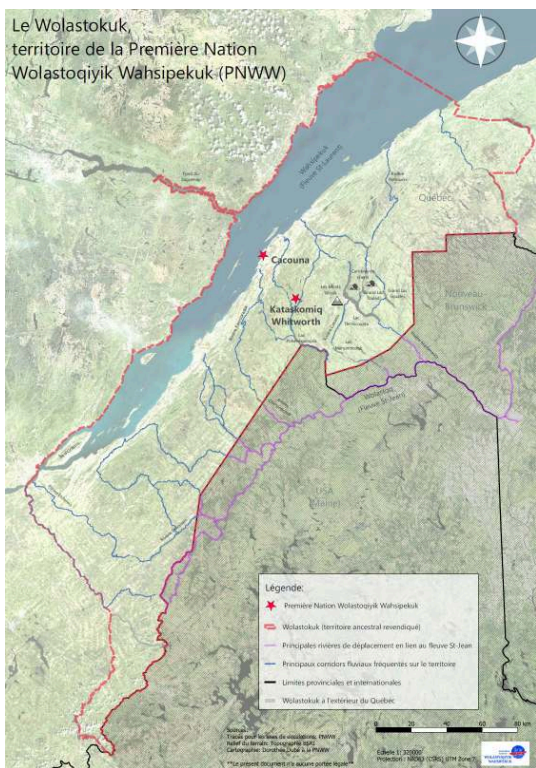
également de surveiller la présence de certains contaminants pour s'assurer que les moules puissent être consommées en toute sécurité (Gouvernement du Canada, 2019d).

- 2 Au Canada, les secteurs de cueillette sont ouverts ou fermés par le Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques (PCCSM) qui est régi conjointement par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA), Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) et le ministère de Pêches et Océans Canada (MPO). Les partenaires du PCCSM travaillent conjointement pour surveiller la salubrité des mollusques et s'assurer que la cueillette soit sécuritaire. En effet, le rôle d'ECCC est entre autres d'assurer la surveillance de la qualité bactériologique de l'eau dans les secteurs coquilliers, l'ACIA est responsable de la surveillance des biotoxines et quant à lui, le MPO assure la gestion du secteur, c'est-à-dire qu'il ordonne l'ouverture ou la fermeture des secteurs de cueillette en fonction des recommandations d'ECCC et de l'ACIA (Gouvernement du Canada, 2019a). Le MPO est aussi responsable de la gestion des pêches et de faire appliquer les règlements de cueillette récréative (quotas quotidiens, taille minimale de cueillette, etc.), ce qui permet d'assurer la durabilité de la cueillette.
- 3 Il importe de souligner que lorsque les moules bleues sont exemptes de contaminants, les bénéfices qu'elles apportent sur la santé des consommateurs surpassent les risques (Wright et al., 2018). C'est pourquoi des membres de la Première Nation Wolastoqiyik Wahsipekuk basée à Cacouna ont exprimé le désir de pouvoir cueillir et consommer les moules bleues qu'ils ont observées sur les rives de leur territoire ancestral. Toutefois, des affiches du MPO interdisent la cueillette depuis 2010 (Figure 1) pour des raisons de qualité bactériologique de l'eau, mais depuis les suivis ne sont plus assurés par les instances gouvernementales concernées. De plus, les démarches à suivre pour procéder à la réouverture d'un secteur coquillier n'étaient pas connues des membres de la Première Nation Wolastoqiyik Wahsipekuk. En 2019, un projet pilote a été mis sur pied entre la Première Nation et le collectif Manger notre Saint-Laurent pour les accompagner dans la réouverture d'un secteur d'autocueillette de moules bleues de manière durable et sécuritaire sur les rives de l'estuaire du Saint-Laurent. Les objectifs de ce projet pilote étaient de : (i) réaliser une analyse critique de la documentation scientifique quant aux enjeux environnementaux, socioculturels, de santé et réglementaires associés à la cueillette de moules bleues dans le Saint-Laurent ; et (ii) co-développer un arbre décisionnel permettant de guider la Première Nation dans l'éventuelle réouverture d'un secteur coquillier. Ce projet pilote s'inscrit dans le collectif Manger notre Saint-Laurent qui vise à promouvoir la consommation des ressources comestibles du Saint-Laurent et de l'autonomie alimentaire locale.

Figure 1. Affiche du MPO interdisant la cueillette des moules bleues et autres mollusques à Cacouna (Bas-Saint-Laurent, Québec).



Figure 2. Cacouna et le territoire ancestral des Wolastoqiyik Wahsipekuk.



## Méthodologie

- 4 Une revue exhaustive de la documentation scientifique, une analyse de documents gouvernementaux et des échanges avec des spécialistes qui œuvrent dans le domaine ont permis de compléter une revue critique de la documentation scientifique sur le sujet de mai 2019 à avril 2020. Ces informations ont également permis d'élaborer un arbre décisionnel qui représente un plan concret des étapes à suivre pour l'ouverture d'un site d'autocueillette de moules bleues dans l'estuaire du Saint-Laurent. Les thèmes visés étaient entre autres l'autocueillette de moules bleues, l'écologie des moules bleues, les contaminants biologiques et chimiques potentiellement présents dans les moules, les risques sur la santé liés à la consommation de moules bleues et les changements climatiques. Ils ont été recherchés sur des moteurs de recherche tel que PubMed et *Web of Science* entre 1950 et 2020. L'arbre décisionnel a été co-développé en fonction du PCCSM, puis a été révisé par nos collaborateurs, soit des membres de la communauté Wolastoqiyik Wahişepukuk ainsi que des experts au MPO, à l'ACIA et au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Les partenaires de la Nation ont été impliqués à toutes les étapes du projet pilote par le biais d'entretiens formels et informels ainsi qu'à titre de co-auteurs lors de la rédaction de cet article afin d'intégrer les perceptions et le savoir local à la revue de la littérature pour obtenir une vision plus holistique de l'environnement à l'étude (Dinsdale et Fenton, 2006 ; Robertson et al., 2000 ; Davis et al., 1995).
- 5 Les résultats de la revue de littérature sont présentés selon les thématiques suivantes : (i) la consommation des ressources du Saint-Laurent chez la Première Nation Wolastoqiyik Wahişepukuk d'hier à aujourd'hui ; (ii) l'écologie des moules bleues ; (iii) l'exploitation durable des moules bleues ; (iv) les bénéfices sur la santé ainsi que les avantages liés à la consommation de moules bleues locales ; (v) les enjeux expliquant la présence des affiches du MPO ; (vi) les changements climatiques et les conditions futures à prendre en compte pour la durabilité et la sécurité de la cueillette. Ensuite, l'arbre décisionnel décrit les étapes à suivre dans l'ordre pour procéder à l'ouverture d'un secteur coquillier, en incluant les règlements et les techniques adéquates de cueillette pour assurer la durabilité de l'activité.

## La consommation des ressources du Saint-Laurent chez la Première Nation Wolastoqiyik Wahişepukuk d'hier à aujourd'hui

- 6 Le peuple Wolastoqey, qui se traduit par « Peuple de la belle rivière » en l'honneur du Wolastoq, le fleuve St-Jean, est représenté de nos jours au Québec par la Première Nation Wolastoqiyik Wahişepukuk, anciennement Malécite de Viger. Les Wolastoqiyik sont de la grande famille linguistique algonquienne et comptent près de 1600 membres répartis dans toutes les régions du Québec, dans les provinces avoisinantes et dans le Maine. Leur territoire ancestral s'étend de la Baie de Fundy jusqu'au fleuve St-Laurent et d'est en ouest de la Rivière Mitis à la rivière Etchemin. Les ressources aquatiques, autant marines que d'eau douce, ont occupé une place prépondérante dans la culture wolastoqey et la subsistance de ce peuple qui se déplaçait sur le territoire par les voies de portages entre les lacs et rivières. De nombreux témoignages de militaires, de colons



et de missionnaires ont documenté l'abondance des poissons et des techniques de pêche sur le territoire (Bishop, 2011 ; De Comminges, 1976). Le déplacement des Wolastoqiyik au printemps et en été suivait de près la présence de poissons et de mollusques : « comme les Indiens dépendaient principalement de la chasse et des produits de la mer pour leur subsistance ils étaient un peuple nomade, se déplaçant au printemps et en été aux endroits où le poisson et les mollusques abondaient, et durant l'automne et l'hiver pour la chasse au gibier » (traduction libre de l'anglais dans Dr. J. Clarence Webster (1944), rapporté dans Speck et Hadlock, 1946, pp. 356-357).

- 7 De l'ère précoloniale cependant, la documentation est plus éparse. Dans un ouvrage compilant les études archéologiques faites dans l'est du Canada, Keenlyside (1999) résume l'importance de la pêche qui se faisait à la lance ou au filet principalement. On mentionne également, à l'occasion, l'utilisation de barrage de capture. Selon les traces archéologiques, le bar d'Amérique et le saumon étaient les espèces privilégiées. Des amas de coquillages retrouvés dans les fouilles archéologiques indiquent également la contribution des mollusques dans la diète des Wolastoqiyik lors de la période précoloniale. Ces amas exhumés dans les années 1980 ont été datés à au moins 2000 ans. Parmi les espèces identifiées, on compte principalement l'oursin, le modiole, mais aussi la moule bleue, le pétoncle et le buccin.
- 8 L'alimentation des Wolastoqiyik s'est adaptée au fil des ans avec l'apparition de villages et places fortifiées et la pratique de l'agriculture déjà existante s'est intensifiée (Hall, 2015). Les activités de trappe, de chasse et de pêche sont demeurées tout de même d'importantes sources de nourriture. L'ère moderne a également apporté son lot de conflits et de problèmes pour les Wolastoqiyik quand ils ont été forcés d'habiter des territoires de réserves inadéquats pour leur survie et la pratique des activités traditionnelles. La première réserve a été créée en 1826 à Viger dans le Bas-St-Laurent. En 1870, ces terres ont été rétrocédées à la suite des pressions des agriculteurs locaux. Il a fallu cinq ans au gouvernement avant de créer une nouvelle réserve, cette fois à Whitworth, mais les Wolastoqiyik n'y passent qu'un hiver, puisque l'accès à une source d'eau et les ressources alimentaires étaient insuffisants. Ces mesures imposées par le gouvernement de l'époque ont mené les Wolastoqiyik à devoir quitter les réserves et se mélanger avec la population générale en 1875. Dans les années 1930-1940, des Wolastoqiyik établis sur la Côte-Nord pêchaient la palourde, le bourgot, le pétoncle géant, la truite, le saumon et la morue pour en faire du cannage dans une petite usine. Les produits étaient ensuite redistribués dans leur famille comme provisions pour l'hiver. Quelques cages à homard étaient également exploitées mais les stocks à l'époque n'étaient pas viables, donc la pratique s'est interrompue. Peu d'information est cependant disponible sur la cueillette locale de moules bleues à cette époque.
- 9 En 1989, un Grand Conseil a été reformé, amorçant une démarche vers l'auto-détermination pour la Première Nation Wolastoqiyik Wahsipekuk. Plus tard, à la fin des années 1990, la Nation s'est dotée d'une flotte de bateaux de pêche et commence alors la pêche commerciale communautaire en vertu des droits ancestraux (Gouvernement du Canada, 2019b). Dès lors, en plus d'apporter des ressources alimentaires à ses membres, l'entreprise a des retombées économiques qui servent à soutenir les activités de la Nation. La Nation est fière de faire partie de l'industrie de la pêche commerciale au Bas-St-Laurent et progresse constamment afin de valoriser une approche d'exploitation durable par l'obtention de la certification *Marine Stewardship Council* (MSC)<sup>1</sup>, la plus reconnue internationalement. Cette certification comprend un volet

autochtone dans son processus d'audit, assurant le respect des droits ancestraux. La pêche à la crevette nordique et au flétan du Groenland sont toutes deux maintenant certifiées et les démarches vers la certification de la pêche au crabe des neiges sont en finalisation. La Première Nation détient également des permis commerciaux pour le buccin et un permis expérimental pour le homard dans l'ouest du golfe du Saint-Laurent. D'autres permis exploratoires sont en cours pour la récolte du concombre de mer et de l'oursin. Sur le plan de la récolte de subsistance pour les membres, des ententes ont été convenues pour la collecte de la mye commune sur des secteurs particuliers le long du fleuve St-Laurent. Toutefois, la vaste majorité des secteurs de récolte potentiels sur le territoire ancestral de la Nation est sous interdiction de récolte par Pêches et Océans Canada. La révision du statut de certains secteurs de récolte permettrait de redonner accès à une ressource alimentaire traditionnelle pour les Wolastoqiyik. Le présent projet visant à réouvrir un secteur d'autocueillette durable et sécuritaire de moule bleue s'inscrit donc dans une démarche d'expansion des activités traditionnelles et d'autonomie alimentaire pour la Première Nation Wolastoqiyik Wahsipekuk.

## Écologie des moules bleues

- 10 Dans le fleuve Saint-Laurent, deux espèces de moules bleues à la morphologie et à l'écologie pratiquement identiques sont présentes : *Mytilus edulis* et *Mytilus trossulus* (Moreau et al., 2006). Seules des analyses génétiques permettent de différencier ces espèces, et l'union de leurs gamètes peut produire des hybrides viables (Toro et al., 2004). L'appellation *Mytilus* spp. fait référence à ces deux espèces. Il importe de mentionner aussi que les moules bleues sont des mollusques de la classe des bivalves comme les palourdes, les huîtres et les pétoncles.

## Cycle de vie

- 11 Le cycle de vie des moules bleues compte deux phases, soit la phase planctonique à l'état larvaire et la phase benthique à l'état juvénile et adulte (Figure 2). Il faut aussi savoir que les moules sont des organismes dioïques dont la fécondation se fait de manière externe (Lagier et Castro, 2005). Les individus doivent donc être assez près les uns des autres en plus d'être synchronisés pour le relâchement des gamètes afin d'augmenter les probabilités de fécondation. Une fois les gamètes fécondés, les larves trochophores sont formées puis, de 24h à 48 h plus tard elles deviennent des larves véligères (Redfearn et al., 1986). Ces dernières sont principalement portées par les courants (Bayne, 1976). Dans l'estuaire du Saint-Laurent, après en moyenne 38 jours (Le Corre et al., 2015), les larves véligères sont devenues plantigrades et elles se fixent sur un substrat pour entamer la phase suivante de leur développement (Bayne, 1964). Le moment de la fixation est déterminé par des signaux externes comme la température, la disponibilité de nourriture et la disponibilité d'un substrat adéquat (Redfearn et al., 1986). Effectivement, le choix d'un substrat ne se fait pas de manière aléatoire, puisqu'il est choisi en fonction de sa morphologie, de sa composition chimique (Alfaro et Jeffs, 2003, 2002) et du biofilm de bactéries qui le recouvre (Ganesan et al., 2010). Considérant cela, il a été observé que les larves préfèrent les substrats filamenteux qu'offrent certaines espèces d'algues (Bayne, 1964). Quelque temps après leur première fixation, les larves se développent en juvéniles. Les individus se détachent alors du substrat

initial et grâce aux filaments de byssus sécrétés ils se fixent sur un nouveau substrat stable et dur (Alfaro, 2006a). Les juvéniles sont en mesure de se détacher, de se déplacer à l'aide des courants et d'un long filament de byssus, puis de se fixer à un nouvel emplacement plusieurs fois avant de trouver le substrat idéal et d'être alors qualifiés de recrues dans le banc de moules (Alfaro et al., 2011 ; Lane et al., 1985 ; Sigurdsson et al., 1976). Les déplacements des individus ainsi que l'établissement primaire et secondaire sont des étapes décisives pour la survie des moules, car ils influencent grandement le nombre de recrues dans un banc (Alfaro, 2006a). Le plus souvent, les adultes occupent des substrats rocheux de l'étage intertidal et du haut de l'étage infralittoral. Les filaments de byssus que les adultes produisent leur permettent de se fixer solidement au substrat et entre eux. En effet, étant des organismes benthiques sessiles et généralement grégaires, les moules s'accrochent les unes aux autres et peuvent former des bancs denses d'aire variable. Cet arrangement en banc est avantageux, non seulement pour la reproduction, mais aussi puisqu'il agit comme protection contre les vagues et la dessiccation à marée basse. Effectivement, lorsque les moules sont regroupées, les points d'ancrage sont beaucoup plus nombreux et cela permet de mieux résister à la force de traînée des vagues. La préservation de l'humidité est aussi favorisée, puisque la coquille de chaque moule n'est pas entièrement exposée directement à l'air et aux rayons solaires, la majorité de la coquille est plutôt gardée ombragée par les coquilles des moules voisines.

Figure 3. Cycle de vie de *Mytilus* spp.

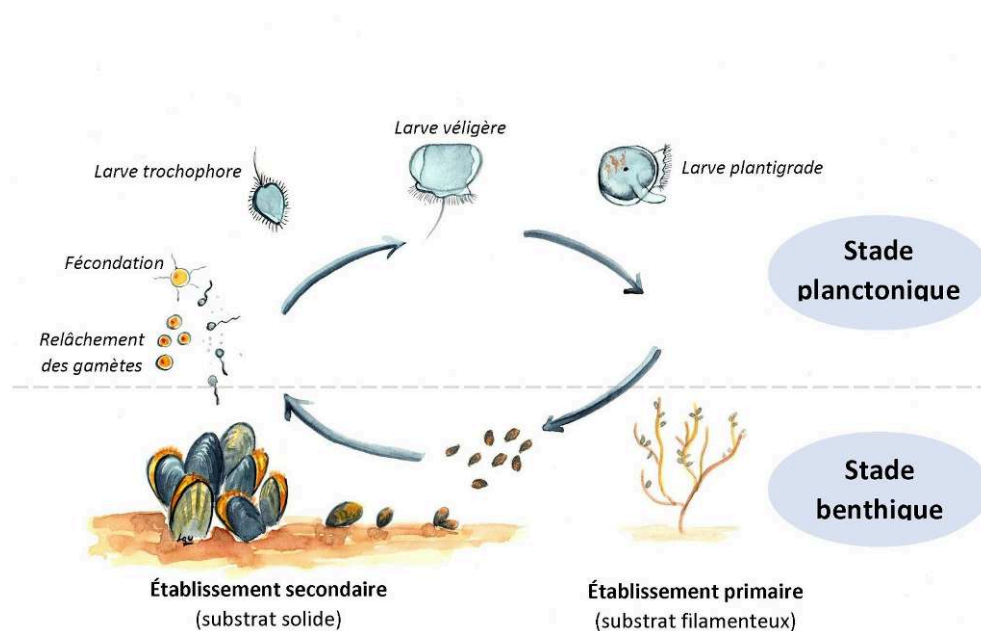


Illustration par Laure de Montety.



## Alimentation

- 12 Les moules sont des animaux filtreurs qui se nourrissent des particules en suspension dans l'eau ayant une taille variant entre 1 et 30  $\mu\text{m}$  (Famme et al., 1986). Une fois adulte et lorsque submergée, une moule peut filtrer environ 50 ml d'eau par minute, ce qui représente 3 litres par heure (Wright et al., 2018). Puisqu'elles peuvent vivre jusqu'à 20 ans (Sukhotin et al., 2007), les moules bleues emmagasinent facilement les contaminants, micro-organismes et toxines présents dans leur milieu (De Witte et al., 2014). Ces éléments accumulés ne semblent pas affecter les moules, mais sont parfois nocifs pour les prédateurs, particulièrement les vertébrés. Effectivement, de nombreux animaux se nourrissent des moules, dont les étoiles de mer, les crabes, certains oiseaux, les phoques et les humains (De Witte et al., 2014).

## Répartition

- 13 *Mytilus* spp. est principalement retrouvée dans les eaux salées polaires et tempérées dont la température varie de 5°C à 20°C. L'Europe, l'Amérique du Sud et l'Amérique du Nord font donc partie de la répartition de l'espèce (Sukhotin et al., 2007). Les estuaires et les baies sont les milieux les plus favorables à *Mytilus* spp., puisque sa principale source alimentaire, le phytoplancton, y prolifère. En effet, grâce au mélange des eaux de différente densité et à l'apport de sédiments terrigènes, c'est dans ces endroits que les nutriments sont les plus abondants pour le phytoplancton.

## Rôle écologique

- 14 La moule est une espèce ingénieuse qui, grâce aux structures en bancs qu'elle forme, a un effet non négligeable sur les caractéristiques biotiques et abiotiques des écosystèmes. Effectivement, les coquilles vides et pleines retrouvées dans les agrégations de moules augmentent l'hétérogénéité et la complexité des substrats, ce qui peut faciliter l'établissement d'autres organismes, puisque les surfaces disponibles pour la fixation sont plus nombreuses et il y a formation de beaucoup d'interstices servant de refuges contre la prédation, la dessiccation et les vagues (Commito et al., 2008 ; Gutiérrez et al., 2003). En outre, la filtration effectuée par les moules affecte les flux de particules près des bancs (Borthagaray et Carranza, 2007 ; Gutiérrez et al., 2003 ; Crooks et Khim, 1999 ; Frechette et al., 1989) et favorise le recyclage des nutriments (Paquette et al., 2019 ; Largaespada et al., 2012). Les agrégations de moules favorisent aussi grandement le dépôt de sédiments, ce qui, sur les substrats rocheux, transforme l'habitat et le rend favorable pour certains vers polychètes et oligochètes (Ragnarsson et Raffaelli, 1999). Ces caractéristiques font des bancs de moules des milieux qui favorisent une grande richesse spécifique et une abondance de l'endofaune et de l'épifaune (Tsuchiya et Nishihira, 1985), notamment grâce à des relations trophiques directes ou indirectes impliquant les moules ou leurs espèces associées. Par ailleurs, certaines espèces de vers plats de l'ordre Polycladida sont retrouvées exclusivement dans les bancs de moules (Borthagaray et Carranza, 2007). Ainsi, en tant qu'espèce ingénieur, *Mytilus* spp. joue un rôle clé dans les écosystèmes marins littoraux et des modifications dans ses populations pourraient entraîner une cascade de changements et d'extinction chez d'autres espèces et ce, à différents niveaux trophiques (Gutiérrez et al., 2003).

## Exploitation durable des moules bleues

- 15 Afin d'assurer une exploitation pérenne de la ressource, il faut d'abord caractériser les bancs de moules présents dans les secteurs coquilliers à ouvrir et tenir compte de l'écologie de *Mytilus* spp. pour établir des normes régulatrices. En effet, de nombreux facteurs comme la surpêche, la présence de prédateurs ou encore des pressions environnementales peuvent mener à l'épuisement de la ressource si l'exploitation de celle-ci n'est pas bien encadrée. Ainsi, il faut préalablement confirmer que les bancs de moules visés aient un recrutement, une biomasse, une densité et une productivité suffisantes pour permettre la cueillette de manière durable, sinon cette dernière doit être interdite. Effectivement, ces paramètres contribuent largement au succès du renouvellement de la population et donc à son rétablissement lors des perturbations causées par la cueillette récréative. Une population de biomasse et de densité importante représente un bon potentiel de site de cueillette, car ces deux conditions permettent de garder des probabilités acceptables de succès de reproduction malgré la cueillette. Le recrutement de la population est le paramètre qui a l'influence la plus significative sur la dynamique d'une population. Il est affecté par le succès de la reproduction, mais aussi par le taux de survie des larves et des juvéniles, et plus significativement encore par les conditions environnementales du site (Alfaro et al., 2008). Ce sont donc des éléments comme l'exposition aux vagues, le niveau sur le littoral, la température, le substrat, l'insolation et la disponibilité de phytoplancton qui permettent d'expliquer pourquoi tous les individus et toutes les populations de *Mytilus* spp. n'ont pas le même taux de croissance (Fuentes et al., 2000 ; Franz, 1993). Il a par ailleurs été observé que les bancs de moules qui sont situés là où le courant est important ont généralement un taux de croissance supérieur et sont plus en santé, puisqu'en ces endroits l'apport en phytoplancton est plus important (Alfaro, 2006a, 2006 b ; Archambault et al., 1999). D'ailleurs, il a été observé que les moules de la zone intertidale mettent plus de temps à croître que celles constamment immergées, puisque la nourriture n'est plus accessible lors des périodes d'émersion.
- 16 La dynamique d'une population de moules doit être connue avant d'ouvrir le secteur coquillier à la cueillette. De plus, afin de réduire les chances d'épuisement des bancs d'un secteur après son ouverture, certaines réglementations ont été mises en place. Notamment, afin de limiter au maximum l'impact que l'autocueillette peut avoir sur les moules d'un secteur coquillier, le MPO impose une limite quotidienne de 300 moules bleues par cueilleur (Ministère de la Justice, 2020). De plus, seuls les individus de  $\geq 40$  mm de longueur peuvent être cueillis, puisque ceux-ci ont généralement déjà atteint la maturité sexuelle et ont pu se reproduire. Attendre que les moules soient matures sexuellement permet d'augmenter les probabilités d'avoir un nombre suffisant de recrues dans les prochaines semaines ou mois et d'assurer ainsi la pérennité du banc et permettre la continuité de la cueillette. Il est intéressant de noter que comme les moules ont une partie de leur cycle de vie qui est planctonique, un banc donné dans le Saint-Laurent peut fournir en recrues des bancs situés aussi que loin que 30 km de distance en aval (Smith et al., 2009). Il n'est toutefois pas aisé d'obtenir, pour un banc désigné, les données indiquant quel pourcentage des recrues est issu de la reproduction locale en comparaison avec celui provenant de sous-populations en aval. La connectivité entre les sous-populations de *Mytilus* spp. autour de Matane a déjà été

étudiée et elles ont un fort apport en larves par les sous-populations en amont (Smith et al., 2009). Par ailleurs, cet apport en recrues reste somme toute assez stable malgré les changements de saisons et de conditions annuels (Le Corre et al., 2015). Ces études, bien que menées dans le Saint-Laurent, portent sur des sites en aval du fleuve alors que les bancs de moules visés pour le partenariat actuel sont plutôt en amont. De nouvelles études sur plusieurs années seraient donc nécessaires pour établir la provenance des recrues de ces bancs. Pour le moment, des suivis de la dynamique des populations à intervalles réguliers sont essentiels, et ce, afin de déceler toute diminution significative de la densité dans un secteur ouvert à l'autocueillette. En plus de la densité, le suivi du recrutement grâce à des analyses de cohortes est important pour avoir des indications sur le renouvellement de la population. Dans le cas où la gestion d'un secteur coquillier n'inclut pas ces suivis, la cueillette seule ou combinée à d'autres facteurs peut mener à l'épuisement complet de la ressource locale. C'est d'ailleurs à la suite d'analyses scientifiques montrant une baisse du nombre de myes communes que leur cueillette est devenue interdite dans la Baie du Ha ! Ha ! au Bic depuis 2019. Par précaution et souci de conservation, le secteur a aussi été fermé pour la cueillette des moules bleues (D'Astous, 2019). Au fil du temps, la connectivité entre les sous-populations pourrait néanmoins combler la diminution de densité et permettre le rétablissement de la population de la baie. Les autres facteurs pouvant mener au déclin d'une population de moules bleues sont notamment la présence de virus, de parasites et la prédation (Christie et al., 2020 ; De Witte et al., 2014). Certains facteurs environnementaux tels que la salinité, la présence de microalgues toxiques, les vents, de fortes marées ou l'érosion des berges par les glaces au printemps peuvent aussi exercer des pressions sur les populations de moules et entraîner leur disparition locale (Alfaro et al., 2011 ; Petrovic et Guichard, 2008 ; Alfaro, 2006a).

## Bénéfices sur la santé et les avantages liés à la consommation de moules bleues locales

- 17 Les moules bleues sont des aliments nutritifs faisant partie d'une saine alimentation. En effet, elles sont une excellente source d'oméga-3, de vitamines (A, B2, B12, C) et de minéraux (fer, phosphore, sélénium, zinc) (Lindqvist et al., 2019 ; Wright et al., 2018). De plus, les moules sont aussi considérées comme de bonne source de protéines, d'iode et de glucides en plus d'être faibles en gras et peu caloriques (Wright et al., 2018 ; Grienke et al., 2014). Les vitamines, les minéraux et les protéines qu'elles contiennent sont essentiels à la croissance, à la réparation et au bon fonctionnement de nombreux tissus et systèmes (Tortora et Grabowski, 2000). Par ailleurs, une portion de moules bleues cuites à la vapeur contient deux fois plus d'oméga-3 qu'une portion équivalente de viande de bœuf, de poulet ou de porc (Wright et al., 2018). Les oméga-3 contenus dans les moules ont été associés à des effets cardioprotecteurs en plus d'atténuer modestement les symptômes d'arthrite rhumatoïde et de dépression légère (Lindqvist et al., 2019 ; Deacon et al., 2017 ; Grienke et al., 2014). Les bénéfices sur la santé sont toutefois directement liés à la fréquence et à la quantité de moules consommées (Venugopal et Gopakumar, 2017). C'est pourquoi les lignes directrices du *United States Department of Agriculture* (USDA) suggèrent de consommer 224 g de moules, soit environ une portion, par semaine pour pouvoir bénéficier de ces effets positifs sur la santé (USDA, 2015).

- 18 La cueillette de moules s'accompagne également de nombreux avantages environnementaux et de bénéfices sociaux. En effet, la consommation de moules bleues sauvages cueillies localement permet de réduire la distance parcourue par celles-ci pour rejoindre nos assiettes, réduisant ainsi l'émission de gaz à effet de serre et d'autres polluants (Michalsky et Hooda, 2015). L'autocueillette de moules permet également de réduire l'utilisation d'emballages à usage unique. En outre, la cueillette de moules bleues permettrait une reconnexion avec l'estuaire du Saint-Laurent, comme le recherchent les membres de la Première Nation Wolastoqiyik Wamspekek. Effectivement, ces derniers désirent se réapproprier leur territoire ancestral en cueillant et consommant les ressources naturelles qu'on y retrouve de manière durable et écoresponsable (Première Nation Wolastoqiyik Wamspekek, communication personnelle). De plus, l'autocueillette de moules bleues pourrait contribuer à atteindre une certaine autonomie alimentaire, puisque ce sont des aliments disponibles localement, nutritifs et gratuits (MSSS, 2008).

## Enjeux expliquant la présence des affiches du MPO

- 19 Les affiches du MPO interdisant la cueillette des mollusques peuvent être placées pour deux principales raisons : des enjeux de conservation de la ressource et/ou des enjeux de salubrité (Pêches et Océans Canada, 2020). Ces raisons peuvent varier dans le temps et doivent être réévaluées périodiquement.

### Enjeux de conservation de la ressource

- 20 Tel que mentionné précédemment, le rôle écologique de *Mytilus* spp. est capital et leur présence contribue à préserver l'équilibre dynamique des écosystèmes marins. Les affiches du MPO ont pour but d'éviter que la cueillette de *Mytilus* spp. affecte de manière irréversible les secteurs coquilliers visés. Elles peuvent alors être mises en place en prévention sans même que le secteur ait déjà été ouvert à la cueillette, ou alors à la suite des résultats des suivis scientifiques montrant que les activités de cueillette doivent être arrêtées sous peine de mener à la disparition de *Mytilus* spp. dans ce secteur coquillier.

### Enjeux de salubrité

- 21 Puisque les moules bleues s'alimentent en filtrant l'eau, si des contaminants chimiques ou biologiques sont présents dans l'eau, il y a un risque d'accumulation dans la chair et, conséquemment, un risque pour la santé des consommateurs (Wright et al., 2018). Selon le PCCSM, certains contaminants doivent alors être surveillés pour s'assurer que leurs concentrations soient sous les normes et que les moules puissent être consommées en toute sécurité (Gouvernement du Canada, 2019d). À ce jour, les contaminants surveillés dans les secteurs de cueillette sont les coliformes fécaux dans l'eau et les biotoxines marines dans la chair des moules (Gouvernement du Canada, 2019a). La surveillance de ces contaminants est importante car leur présence peut causer des intoxications graves et même, dans de rares cas, la mort lorsque les moules sont fortement contaminées (Gouvernement du Canada, 2019a). La concentration de ces contaminants dans l'environnement et dans la chair des moules est influencée par des

phénomènes naturels comme les rassemblements d'oiseaux migrateurs ou par des pressions anthropiques, tels que des rejets d'eaux usées ou une forte affluence touristique estivale (Lamontagne et Rodrigue, 2020). Même lorsqu'ils sont présents en grande concentration, les contaminants ne sont pas toujours facilement détectables, car ils ne colorent pas toujours l'eau et ils ne modifient pas l'apparence, l'odeur ou le goût des moules (Gouvernement du Canada, 2019d, 2003). De ce fait, les moules contaminées représentent un risque généralement imperceptible, mais réel pour la santé des consommateurs (Farrell et al., 2016). De plus, la cuisson adéquate des moules détruit les coliformes fécaux et les autres micro-organismes, mais ne détruit pas les biotoxines car celles-ci sont thermostables (Isbister et Kiernan, 2005). Dans l'environnement, une fois que les niveaux de contaminants sont revenus sous les normes, les moules se détoxifient d'elles-mêmes par divers mécanismes et, après un certain temps, elles redeviennent sécuritaires à la consommation (Silvert et Cembella, 1995). La vitesse de dépuración varie en fonction de nombreux facteurs tels que les propriétés physicochimiques des contaminants, l'âge et le taux de filtration de la moule (Silvert et Cembella, 1995).

## Coliformes fécaux

- 22 Avant l'ouverture d'un secteur de cueillette, les coliformes fécaux sont les premiers contaminants à être mesurés dans l'eau car ils reflètent la qualité de l'eau et le niveau de contamination bactériologique du secteur (Gouvernement du Canada, 2019a). Par ailleurs, les intoxications causées par les mollusques bivalves contaminés par les micro-organismes sont les plus fréquentes (Butt et al., 2004). Les coliformes fécaux sont des bactéries qui proviennent principalement de matières fécales d'origine humaine ou animale (INSPQ, 2019). Les installations septiques défectueuses ou sommaires, les animaux sauvages, dont les mammifères marins et les oiseaux, les animaux de ferme et les bateaux qui déversent leurs eaux usées directement dans l'environnement sont toutes des sources de coliformes fécaux et d'autres micro-organismes (Gouvernement du Canada, 2019c). La majorité des coliformes fécaux ne sont toutefois pas des pathogènes, mais sont des indicateurs de contamination fécale car ils sont souvent associés à des micro-organismes, soit d'autres bactéries, des virus ou des parasites, qui ont un pouvoir pathogène plus élevé (Valentin et al., 2000). Ces autres micro-organismes sont aussi principalement d'origine fécale, mais proviennent parfois directement du milieu marin comme les bactéries du genre *Vibrio*.
- 23 Bien que ce soient uniquement les coliformes fécaux qui sont mesurés dans l'eau, les moules bleues sont plus souvent contaminées par les autres micro-organismes, soit en ordre décroissant d'occurrence : les virus (hépatite A et norovirus), les bactéries (*Salmonelles*, *Campylobacter* et *Vibrio*) et dans certains cas les parasites (*Giardia*, *Cryptosporidium* et *Toxoplasma*) (Hohweyer et al., 2013 ; FAO, 2010 ; Levesque et al., 2010 ; Robertson, 2007 ; Valentin et al., 2000). De ce fait, certains auteurs considèrent que les coliformes fécaux ne sont pas les indicateurs de contamination fécale les plus fiables car leur absence ne permettrait pas de confirmer que les moules ne sont pas contaminées par les autres micro-organismes (Valentin et al., 2000). Toutefois, ils sont actuellement utilisés comme indicateurs car leur surveillance a permis de réduire efficacement certaines intoxications microbiennes liées à la consommation de fruits de mer (CEAEQ, 2016 ; Burkhardt et Calci, 2000 ; Schwab et al., 1998).

- 24 Les intoxications par les micro-organismes s'apparentent généralement à la gastro-entérite. Elles débutent la plupart du temps dans les heures suivant la consommation de mollusques contaminés et se résolvent après quelques heures ou quelques jours (Duchesne et al., 2002). Certains micro-organismes peuvent toutefois causer des intoxications plus graves, notamment les *Vibrios* qui peuvent mener à la septicémie (Duchesne et al., 2002). Les intoxications par les micro-organismes s'observent généralement lorsque les moules n'ont pas été suffisamment cuites (Butt et al., 2004). Ainsi, il importe de cuire adéquatement les moules selon les méthodes décrites à la Figure 4 pour réduire efficacement les risques d'intoxications microbiologiques (Gouvernement du Canada, 2017). La congélation, quant à elle, ne permet pas de tuer ni les bactéries ni les virus, car elle ne suspend que temporairement leur multiplication et celle-ci reprend dès que l'aliment est décongelé (MAPAQ, 2013). Au Québec, certains secteurs de cueillette sont fermés depuis de nombreuses années en raison de la contamination microbiologique qui serait causée par des résidences isolées sans traitement individuel des eaux usées (Vaillancourt et Lafontaine, 1999). Il serait alors pertinent de mettre en place des installations septiques individuelles ou des usines de traitement des eaux usées là où les installations sont inexistantes ou sommaires (uniquement un dégrilleur) et d'y raccorder les résidences afin de réduire la contamination à la source.
- 25 Pour procéder à l'ouverture d'un secteur de cueillette, les coliformes fécaux doivent d'abord faire l'objet d'une étude exhaustive. Pour cela, ils doivent être mesurés à marée haute dans différentes conditions (fortes pluies, migrations d'animaux, fort achalandage touristique, etc.) par le biais de 15 tournées d'échantillonnages sur une période de 18 mois (Gouvernement du Canada, 2019a). La localisation des stations d'échantillonnage dans le secteur coquillier est déterminée par ECCC. En fonction de la concentration des coliformes fécaux dans l'eau, ECCC recommande l'ouverture ou la fermeture d'un secteur coquillier et des frais sont possiblement à prévoir pour la surveillance. Une fois le secteur classifié comme ouvert (critères détaillés à la Figure 4), la concentration des coliformes fécaux doit être révisée annuellement par la réalisation de deux à cinq tournées d'échantillonnage (Gouvernement du Canada, 2019a). Si la concentration des coliformes fécaux dans l'eau dépasse la norme établie (Figure 4), le secteur est immédiatement fermé à la cueillette pendant au moins 7 jours et ne peut être rouvert que lorsque les concentrations des coliformes sont à nouveau mesurées sous les normes (Gouvernement du Canada, 2019a). Par la suite, tous les trois ans, la classification des secteurs coquilliers est complètement réévaluée de manière identique à la première évaluation, soit par la réalisation de 15 tournées d'échantillonnages (Gouvernement du Canada, 2019a).

## Biotoxines

- 26 Les biotoxines marines sont les deuxièmes contaminants biologiques qui doivent être surveillés avant l'ouverture d'un secteur de cueillette. Bien qu'elles soient moins souvent impliquées dans les intoxications par la consommation de mollusques que les micro-organismes, leurs conséquences sur la santé peuvent être plus graves (Wright et al., 2018). Au Canada, les trois types d'intoxications associées à la consommation de mollusques ayant accumulé d'importantes quantités de biotoxines sont l'intoxication paralysante par les mollusques (IPM), l'intoxication amnésiante par les mollusques (IAM) et l'intoxication diarrhéique par les mollusques (IDM) (Gouvernement du Canada,



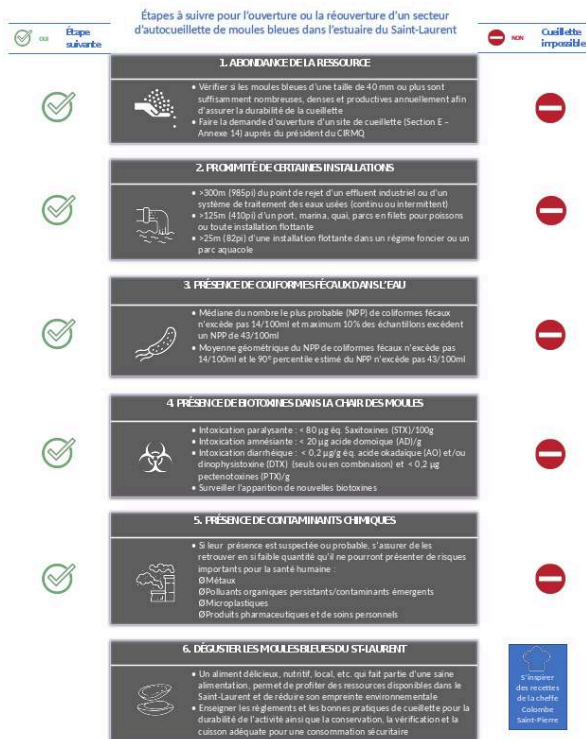
2019a). Chaque intoxication porte le nom du symptôme qui lui est caractéristique. Les biotoxines responsables des intoxications par les mollusques sont produites par des microalgues qui entrent en floraison lorsque les conditions environnementales sont favorables (Gouvernement du Canada, 2019a). Ces conditions ne sont pas encore connues en détail, mais elles incluent notamment la présence de nutriments dans l'eau, les précipitations, l'ensoleillement, la salinité de l'eau, la stabilité de la colonne d'eau, la température et les vents (Mafra et al., 2015 ; Trainer et al., 2012 ; Weise et al., 2002). Le moment, l'intensité et la durée des floraisons de microalgues sont donc difficiles à prévoir, mais surviennent généralement au cours des mois les plus chauds de l'année, soit au printemps, au cours de l'été et au début de l'automne (Gouvernement du Canada, 2019d ; Trainer et al., 2012).

- 27 De plus, depuis quelques années, partout dans le monde, les floraisons de microalgues augmentent en intensité, en nombre et en localisation en raison de nombreux facteurs dont l'augmentation de la population mondiale, l'agriculture, l'eutrophisation des eaux côtières et les changements climatiques (Schwacke et al., 2017 ; Wells et al., 2015 ; Glibert et al., 2005 ; Brett, 2003). Les floraisons de microalgues productrices de biotoxines colorent parfois l'eau en rouge, ce qui leur vaut l'appellation de « marée rouge », bien qu'elles ne s'accompagnent pas toujours d'une coloration de l'eau (Gouvernement du Canada, 2019d). En outre, les biotoxines peuvent s'introduire dans la chaîne alimentaire et affecter non seulement la santé des humains, mais aussi celle des poissons, des mammifères marins, ainsi que des oiseaux qui se nourrissent en mer (Anderson et al., 2012 ; Trainer et al., 2012). Par ailleurs, il n'existe aucun antidote pour renverser les intoxications aux biotoxines une fois qu'elles sont déclenchées (Isbister et Kiernan, 2005). Les traitements consistent principalement à soulager les symptômes présents et à fournir de l'assistance si par exemple une insuffisance respiratoire se développe (Gouvernement du Canada, 2019d). Une fois les floraisons de biotoxines terminées, les moules bleues se déparent graduellement des biotoxines sur des périodes variant de quelques heures à quelques semaines (Trainer et al., 2012 ; Brett, 2003 ; Weise et al., 2002).
- 28 Pour procéder à l'ouverture d'un secteur de cueillette, les biotoxines responsables des trois types d'intoxications doivent être mesurées sous les normes (détaillées à la figure 3) à trois reprises sur une période de 14 jours et espacées de 7 jours (Gouvernement du Canada, 2019a). La surveillance des biotoxines est assurée par l'ACIA et des frais sont possiblement à prévoir pour chaque tournée d'échantillonnage. Une fois un secteur ouvert à la cueillette, les biotoxines doivent être surveillées toutes les semaines (Gouvernement du Canada, 2019a). Les secteurs doivent être fermés à la cueillette dès qu'une seule des biotoxines présente une concentration égale ou supérieure à la norme. Ils ne peuvent être rouverts que lorsque trois échantillons consécutifs de mollusques présentent une concentration sous les normes sur une période de 14 jours et présentent une tendance à la baisse (Gouvernement du Canada, 2019a).

Figure 4. Arbre décisionnel des étapes à suivre dans l'ordre pour procéder à l'ouverture ou la réouverture d'un secteur d'autocueillette de moules bleues dans l'estuaire du Saint-Laurent.

Image

11889E140000543A00006D08502D5810C277FF19.emf



Voir en annexe pour les informations connexes : règlements de cueillette, bonnes pratiques, conservation et préparation.

## Intoxication paralytante par les mollusques (IPM)

- 29 L'intoxication paralytante par les mollusques (IPM) est causée par une accumulation de saxitoxines (STX) et ses dérivés qui sont produits par le dinoflagellé *Alexandrium tamarense* (Blasco et al., 1998). Dans les eaux du Saint-Laurent, c'est la plus toxique et la plus commune des intoxications causées par les mollusques (Blasco et al., 1998). La floraison d'*A. tamarense* dans cette région est un événement annuel récurrent, mais imprévisible, puisque le moment où l'éclosion est initiée, l'intensité et la durée de la floraison varient d'une année à l'autre (Weise et al., 2002). La sévérité des symptômes de l'IPM est généralement reliée à la quantité de toxines ingérées, qui elle, varie en fonction de la concentration de STX dans les moules et de la quantité de moules ingérées (Gouvernement du Canada, 2019d ; CCNSE, 2013). Dans la majorité des cas, les symptômes surviennent dans les minutes ou les heures suivant l'ingestion de mollusques (CCNSE, 2013). Les symptômes caractéristiques de l'IPM sont l'engourdissement ou une sensation de picotement de la langue et des lèvres qui peut graduellement atteindre le visage et le cou et s'accompagner de difficultés à avaler et de fourmillements aux doigts et aux orteils (Gouvernement du Canada, 2019d). Les symptômes peuvent parfois être accompagnés de somnolence, d'étourdissements, de céphalées, de nausées, de vomissements, de diarrhée, de transpiration abondante et de fièvre (Gouvernement du Canada, 2019d ; CCNSE, 2013). Dans les cas d'intoxication plus graves, il est possible d'observer une paresthésie généralisée, des raideurs ou faiblesses

aux membres, de la tachycardie ou un discours incohérent (Gouvernement du Canada, 2019d ; CCNSE, 2013). Dans les cas d'intoxication extrêmes, une paralysie des muscles respiratoires peut survenir et peut parfois entraîner le décès à la suite d'un arrêt respiratoire (Gouvernement du Canada, 2019d ; CCNSE, 2013). Les symptômes d'intoxication légère à modérée se résorbent d'eux-mêmes en quelques heures ou dans les deux à trois jours suivants, alors que les cas les plus graves peuvent prendre jusqu'à une semaine avant de disparaître (CCNSE, 2013).

### **Intoxication amnésiante par les mollusques (IAM)**

- 30 Cette intoxication est causée par l'acide domoïque (AD), une neurotoxine produite par *Pseudo-nitzschia seriata*, une microalgue de la classe des diatomées (Vilarino et al., 2018 ; Couture et al., 2001). Le premier épisode où l'IAM a été décrite date de 1987, où environ 140 personnes ont présenté des symptômes et trois autres personnes sont décédées après avoir mangé des moules bleues de culture qui provenaient de l'Île-du-Prince-Édouard (Lefebvre et Robertson, 2010). Depuis, aucun autre cas d'intoxication humaine ne semble avoir été rapporté dans le monde, mais l'AD a été associé à la morbidité et la mortalité de nombreux oiseaux et mammifères marins (Trainer et al., 2012). Dans le golfe du Saint-Laurent, des floraisons de microalgues productrices d'AD ont nécessité la fermeture de secteurs de cueillette à quelques reprises depuis le début des années 2000 (Bates et al., 2018 ; Trainer et al., 2012), mais il ne semble pas y avoir une récurrence annuelle comme c'est le cas pour les floraisons d'*A. tamarense*. En général, les symptômes se manifestent rapidement après l'ingestion de mollusques, soit de 15 minutes à 48 heures (Vilarino et al., 2018). Les premiers symptômes à se manifester affectent principalement le tractus gastro-intestinal (nausées, vomissements, crampes abdominales et diarrhée), mais peuvent parfois être associés à des faiblesses musculaires (Gouvernement du Canada, 2019d). Dans les cas d'intoxications sévères, il est possible d'observer une perte de mémoire qui peut être accompagnée de confusion, de désorientation, de détresse respiratoire, de convulsions et de coma (Vilarino et al., 2018). Le symptôme caractéristique de l'IAM est un désordre permanent de la mémoire antérograde (Grattan et al., 2016). En général, les symptômes se résolvent en quelques jours, mais dans les cas d'intoxications plus graves, les symptômes peuvent perdurer des mois ou mener au décès suite à l'apoptose ou la nécrose de neurones (Vilarino et al., 2018).

### **Intoxication diarrhéique par les mollusques (IDM)**

- 31 L'intoxication diarrhéique par les mollusques (IDM) est causée par l'acide okadaïque (AO) ainsi que la dinophysistoxine (DTX) et ses dérivés, des biotoxines produites par les dinoflagellés qui sont retrouvés dans le Saint-Laurent, soit *Dinophysis* spp. et *Prorocentrum* spp. (Pêches et Océans Canada, 2017 ; James et al., 2010). C'est en 1989 que l'AO a été détecté pour la première fois dans l'estuaire du Saint-Laurent (Cembella, 1989). L'AO et ses dérivés affectent la muqueuse intestinale des mammifères et causent des symptômes qui s'apparentent à la gastroentérite, soit de la diarrhée, des nausées, des vomissements et des crampes abdominales qui s'accompagnent parfois de céphalées et de fièvre (Funk et al., 2014). Les symptômes apparaissent en général dans les minutes ou les heures après l'ingestion de mollusques contaminés. Dans la majorité des cas, les symptômes sont légers à modérés et se résolvent d'eux-mêmes dans les trois

jours suivants (Funk et al., 2014). Dans de rares cas, les symptômes peuvent être sévères et causer une déshydratation, mais aucun décès causé par l'IDM n'a été rapporté à ce jour dans la littérature (Blanco, 2018). Toutefois, puisque les symptômes de l'IDM sont très semblables aux intoxications microbiologiques et qu'aucun test clinique ne permet d'identifier le pathogène en cause, il est possible que l'IDM soit confondue avec d'autres types d'intoxication et que son incidence soit sous-estimée (Funk et al., 2014).

## Autres contaminants potentiellement présents dans les moules bleues du Saint-Laurent

- 32 De nombreux polluants chimiques sont rejetés dans le bassin versant du fleuve et de l'estuaire du Saint-Laurent par diverses activités anthropiques. Ces contaminants sont entre autres des pesticides, des fertilisants, des métaux, des polluants organiques persistants, des contaminants émergents, des microplastiques et des produits pharmaceutiques et de soins personnels. En général, leur teneur dans l'eau ou les moules bleues du Saint-Laurent est inconnue, car le PCCSM ne réalise pas la surveillance des contaminants chimiques. En effet, la surveillance de ces contaminants dans l'environnement est complexe puisque l'industrie chimique crée continuellement de nouveaux produits, les sources de pollutions sont nombreuses et les coûts d'analyses très élevés. Cependant, les contaminants chimiques sont généralement peu concentrés dans les moules bleues puisque ces dernières sont à la base de la chaîne alimentaire (ONU, 2019 ; Wright et al., 2018). De ce fait, les risques sur la santé semblent faibles et seraient surpassés par les bénéfices de la consommation de moules bleues (Wright et al., 2018).

## Changements climatiques et conditions futures

- 33 Les changements climatiques pourraient causer une augmentation de l'intensité et de la fréquence des floraisons microalgues productrices de biotoxines dans les années à venir (Wells et al., 2015). Ceci pourrait compromettre la durabilité de la cueillette puisque les périodes de fermeture des secteurs coquilliers pourraient être prolongées pour des enjeux de salubrité. Il serait alors intéressant de mettre en place un système de prévision des floraisons de microalgues nuisibles dans l'estuaire du Saint-Laurent pour pouvoir mieux prédire les moments où les biotoxines contaminent les moules bleues et empêchent la cueillette. Dans le golfe du Maine, une équipe de chercheurs tente d'ailleurs de mettre au point un système de prévision de l'IPM en mesurant les kystes du dinoflagellé *Alexandrium catenella* dans les sédiments à l'automne ou au début de l'hiver (NCCOS, 2019). En effet, les floraisons de cette microalgue dépendent de l'abondance des kystes dans les sédiments à la fin de la saison précédente (NCCOS, 2019). Ce système de prévision semble prometteur et pourrait permettre de prédire le moment et l'intensité des floraisons de microalgues nuisibles au cours de la saison estivale suivante. Les changements climatiques pourraient aussi causer l'apparition des floraisons de microalgues nuisibles à des localisations imprévues, car ils pourraient entraîner le déplacement des microalgues vers le nord (Pecl et al., 2017). De plus, le réchauffement de l'eau pourrait causer une augmentation des populations des bactéries du genre *Vibrio* dans le Saint-Laurent, puisque ces bactéries se multiplient lorsque la température de l'eau est de 15 °C ou plus (Banerjee et al., 2018 ; Baker-Austin et al.,

2013). Finalement, puisque les moules ont une croissance optimale lorsque la température de l'eau se situe entre 5 et 20 °C et qu'elles ne tolèrent pas des températures supérieures à 29 °C, l'augmentation de la température de l'eau du système du Saint-Laurent en raison des changements climatiques pourrait éventuellement affecter la survie des moules bleues (Zippay et Helmuth, 2012 ; Jones et al., 2010).

## Étapes à suivre dans l'ordre pour procéder à l'ouverture d'un secteur d'autocueillette

- 34 Les différentes étapes à suivre ainsi que les normes à respecter pour l'ouverture d'un secteur coquillier sont détaillées dans l'arbre décisionnel de la Figure 4. Une fois ces étapes complétées, le secteur est classifié comme étant agréé, agréé sous condition ou interdit. Les règlements concernant la cueillette récréative de moules bleues ainsi qu'un guide des bonnes pratiques pour une cueillette durable décrites ci-haut sont également détaillés à la Figure 4.
- 35 Un secteur est dit agréé, ou bien ouvert à la cueillette, lorsque les coliformes fécaux et les biotoxines ont tous été mesurés sous les normes et qu'ils sont surveillés périodiquement. Un secteur est *agréé sous condition* lorsque les coliformes fécaux et les biotoxines s'y retrouvent sous les normes pendant une période prévisible de l'année, alors qu'ils peuvent dépasser les normes à d'autres moments. La pollution intermittente du secteur peut être causée par le rassemblement saisonnier d'animaux sauvages, l'affluence touristique estivale, la navigation de plaisance, etc. Ainsi, un secteur agréé sous condition pourrait être exploité au cours des mois où les sources de pollution prévisibles sont absentes. Les secteurs *interdits* à la cueillette ne peuvent en aucun temps être exploités en raison de la proximité de certaines installations mentionnées à l'étape 2 de l'arbre décisionnel ou en raison du dépassement de la norme par les coliformes fécaux ou par une des biotoxines (Gouvernement du Canada, 2019a).
- 36 Lors de l'ouverture d'un secteur coquillier, il importe de communiquer les règlements ainsi que les bonnes pratiques de cueillette aux futurs cueilleurs pour assurer la pérennité de l'espèce et la durabilité de l'activité. Les règlements et bonnes pratiques de cueillette ont été élaborés en fonction de l'écologie de la moule bleue, par exemple le règlement qui stipule que seules les moules de 40 mm ou plus peuvent être cueillies, car les moules ont une croissance lente et à cette taille elles ont généralement eu le temps de se reproduire. Par ailleurs, il est préférable de cueillir les moules en périphérie du banc et de ne pas cueillir toutes les moules de 40 mm ou plus d'un même banc, pour ne pas affecter la résistance aux intempéries et aux prédateurs en plus de maintenir une diversité de générations. De plus, il est recommandé de ne cueillir que le nombre de moules qui seront consommées dans les prochaines 24 heures, sans dépasser 300 moules par personne par jour, dans le but de conserver la ressource. Ces règlements sont particulièrement pertinents puisqu'une mauvaise gestion de la cueillette ou la surpêche pourrait compromettre non seulement la survie d'un banc de moules dans le secteur exploité, mais aussi celle d'autres bancs qui sont dépendants pour le recrutement. La cuisson adéquate des moules bleues doit également être clairement communiquée, car les moules peuvent parfois contenir certains micro-organismes pathogènes même lorsqu'elles ont été cueillies dans un secteur ouvert.

- 37 Pour permettre une exploitation durable des moules bleues de l'estuaire du Saint-Laurent, le développement d'outils permettant de prédire le moment et l'intensité des floraisons pourrait améliorer la gestion des périodes d'ouverture et de fermeture des secteurs coquilliers (NCCOS, 2019). Dans la même optique de faire une gestion plus élaborée, il serait pertinent d'établir le flux génique entre les bancs de moules (Bell, 2008) ainsi que les sites favorisés des recrues pour leur établissement. Effectivement, les efforts de conservation peuvent être mieux ciblés selon les secteurs coquilliers en sachant quels bancs fournissent le plus de recrues, quels bancs les reçoivent et où les recrues se fixent avant de devenir adultes (Alfaro et al., 2011).

## Conclusion

- 38 En somme, les moules bleues représentent une ressource alimentaire nutritive, délicieuse et abondante dans le Saint-Laurent pouvant contribuer à une alimentation saine, locale et durable. En effet, lorsque les zones sont surveillées et ouvertes pour l'autocueillette, les risques pour la santé des consommateurs sont faibles et surpassés par les bénéfices.
- 39 La réouverture d'un secteur d'autocueillette de moules bleues pour les Wolastoqiyik Wahsipekuk permettrait à ceux-ci de poursuivre leur reconnexion avec le Saint-Laurent et d'acquérir une certaine autonomie alimentaire. Plus encore, ceci leur permettrait de se réapproprier leur territoire ancestral et leurs activités traditionnelles puisqu'ils pratiquaient déjà la cueillette de mollusques au cours de la période précoloniale. Toutefois, ceux-ci devraient viser l'exploitation de bancs de moules où il y a une grande densité et où différents stades de développement sont présents. En effet, ces bancs supporteront mieux les perturbations causées par la cueillette et leurs populations devraient continuer se renouveler annuellement, prévenant ainsi un épuisement de la ressource. Une fois les étapes de l'arbre décisionnel de la Figure 4 complétées et un système de suivi des contaminants bien établi, un secteur d'autocueillette de moules bleues pourrait être ouvert sur le territoire ancestral des Wolastoqiyik Wahsipekuk.
- 40 Puisque les changements climatiques pourraient entre autres augmenter la fréquence et l'intensité des floraisons d'algues nuisibles et de bactéries du genre *Vibrio*, ou même affecter directement ou indirectement les renouvellements des stocks de moules, ceci pourrait compromettre la sécurité et la durabilité de la cueillette de moules bleues dans un futur rapproché. Des efforts individuels et collectifs seront donc nécessaires pour surveiller ces changements, identifier de nouvelles solutions pour atténuer notre impact sur l'environnement et ainsi assurer la santé, la durabilité et la sécurité des espèces du Saint-Laurent pour la consommation humaine. De plus, des études sur la dynamique détaillée du recrutement entre les sous-populations pourront permettre la concentration des efforts de conservation à des endroits clés. La durabilité de l'activité d'autocueillette et l'éventuelle réouverture de différents secteurs d'autocueillette dans l'est du Québec se trouveront ainsi davantage favorisées.
- 41 Le présent projet s'inscrit dans un mouvement plus large d'appropriation et de réappropriation des ressources naturelles comestibles incluant celles issues du Saint-Laurent par les communautés locales, notamment les communautés autochtones, qui prend rapidement de l'ampleur au Québec. Il met en lumière l'importance d'intégrer les savoirs autochtones et les connaissances locales à celles scientifiques dans la mise en



place d'une exploitation durable de ressources du Saint-Laurent tout autant renouvelables qu'épuisables pour assurer la santé des espèces du Saint-Laurent et la santé des populations qui en vivent. Les Wolastokey ont dans leur plan de développement des pêches de la Nation plusieurs projets innovateurs pour exploiter durablement, mettre en valeur et rendre accessible des ressources du Saint-Laurent jusqu'à présent méconnues aux populations autochtones et allochtones au Québec, notamment l'oursin vert et le sébaste. Le collectif Manger notre Saint-Laurent collaborera avec la Nation pour valoriser et propulser de telles initiatives visant à développer de nouveaux circuits courts dans le monde des pêches et pour étudier les conditions de succès requises pour une gestion durable des ressources du Saint-Laurent au service de l'autonomie alimentaire des autochtones et des allochtones au Québec.

## Remerciements

- 42 Ce projet pilote s'inscrit dans ceux portés par le collectif *Manger notre Saint-Laurent*, financé par le Programme Odysée Saint-Laurent du Réseau Québec Maritime (RQM) depuis 2018. Celui-ci vise à promouvoir la consommation des ressources comestibles du Saint-Laurent et de l'autonomie alimentaire locale<sup>2</sup>. Le présent projet pilote a également été financé par la Chaire de recherche Littoral - La chaire de recherche en partenariat Sentinelle Nord en approches écosystémiques de la santé.
- 43 Les auteurs remercient la Première Nation Wolastokiyik Wahsipekuk et notamment Pierre Jenniss pour leur collaboration tout au long du présent projet. Ils remercient également la Chaire de recherche Littoral - la Chaire de recherche en partenariat Sentinelle Nord en approches écosystémiques de la santé - et le collectif *Manger notre Saint-Laurent* pour le financement du projet. La Chaire de recherche Littoral est principalement financée par Sentinelle Nord du Programme Apogée Canada et le Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord du Ministère Relations Couronne Autochtones et Affaires du Nord Canada. Le projet Manger notre Saint-Laurent est financé par le Programme Odysée Saint-Laurent du Réseau Québec Maritime. Tous les intervenants qui ont participé de près ou de loin au projet sont également chaleureusement remerciés, de même que tous les propriétaires riverains qui nous ont permis d'accéder au Saint-Laurent et qui nous ont partagé leurs observations.

---

## BIBLIOGRAPHIE

Alfaro, A. C., 2006a, Population dynamics of the green-lipped mussel, *Perna canaliculus*, at various spatial and temporal scales in northern New Zealand, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 334, 2, pp. 294-315, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2006.02.004>

- Alfaro, A. C., 2006b, Evidence of cannibalism and benthic-pelagic coupling within the life cycle of the mussel, *Perna canaliculus*, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 329, 2, pp. 206-217, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2005.09.002>
- Alfaro, A. C., A. G. Jeffs, 2002, Small-scale mussel settlement patterns within morphologically distinct substrata at Ninety Mile Beach, northern New Zealand, *Malacologia*, 44, 1, pp. 1-15.
- Alfaro, A. C., A. G. Jeffs, 2003, Variability in mussel settlement on suspended ropes placed at Ahipara Bay, Northland, New Zealand, *Aquaculture*, 216, 1-4, pp. 115-126, [En ligne] URL: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00419-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00419-2)
- Alfaro, A. C., Webb, S. C. et C. Barnaby, 2008, Variability of growth, health, and population turnover within mussel beds of *Perna canaliculus* in northern New Zealand, *Marine Biology Research*, 4, 5, pp. 376-383, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1080/17451000802022879>
- Alfaro, A. C., Jeffs, A., Gardner, J., Breen, B. et J. Wilkin, 2011, Green-lipped Mussels in GLM 9, Wellington, Ministry of Fisheries, New Zealand Fisheries Assessment Report, 48, 80 p, [En ligne] URL: <https://docs.niwa.co.nz/library/public/FAR2011-48.pdf>
- Anderson, D. M., Alpermann, T. J., Cembella, A. D., Collos, Y., Masseret, E. et M. Montresor, 2012, The globally distributed genus *Alexandrium*: Multifaceted roles in marine ecosystems and impacts on human health, *Harmful Algae*, 14, pp. 10-35. Doi:10.1016/j.hal.2011.10.012
- Archambault, P., McKindsey, C. et E. Bourget, 1999, Large-scale shoreline configuration influences phytoplankton concentration and mussel growth, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 49, 2, pp. 193-208, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1006/ecss.1999.0481>
- Baker-Austin, C., Trinanes, J. A., Taylor, N. G. H., Hartnell, R., Siitonen, A. et J. Martinez-Urtaza, 2013, Emerging *Vibrio* risk at high latitudes in response to ocean warming. *Nature Climate Change*, 3, 1, pp. 73-77. Doi:10.1038/nclimate1628
- Banerjee, S. K., Rutley, R. et J. Bussey, 2018, Diversity and Dynamics of the Canadian Coastal *Vibrio* Community: an Emerging Trend Detected in the Temperate Regions. *Journal of Bacteriology*, 200, 15, 4 p. Doi:10.1128/jb.00787-17
- Bates, S. S., Hubbard, K. A., Lundholm, N., Montresor, M. et C. P. Leaw, 2018, *Pseudo-nitzschia*, *Nitzschia*, and domoic acid: New research since 2011, *Harmful Algae*, 79, pp. 3-43. Doi:10.1016/j.hal.2018.06.001
- Bayne, B. L., 1964, Primary and secondary settlement in *Mytilus edulis* L. (Mollusca), *The Journal of Animal Ecology*, 33, 3, pp. 513-523, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.2307/2569>
- Bayne, B. L., 1976, The biology of mussel larvae. In: Bayne BL (ed) *Marine mussels: their ecology and physiology* (Vol. 10): Cambridge University Press.
- Bell, J. J., 2008, Connectivity between island Marine Protected Areas and the mainland, *Biological Conservation*, 141, 11, pp. 2807-2820, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.08.017>
- Beyer, J., Green, N. W., Brooks, S., Allan, I. J., Ruus, A., Gomes, T., I. L. N. Brate et M. Schøyen, 2017, Blue mussels (*Mytilus edulis* spp.) as sentinel organisms in coastal pollution monitoring: A review, *Marine Environmental Research*, 130, C, pp. 338-365, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2017.07.024>
- Bishop, C. A., 2011, Peuples autochtones des forêts de l'Est du Canada, *L'Encyclopédie Canadienne*, [En ligne] URL : <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/autochtones-les-forets-de-lest>. Consulté le 5 octobre 2020.

- Blanco, J., 2018, Accumulation of Dinophysis Toxins in Bivalve Molluscs, *Toxins*, 10, 11, pp. 453, [En ligne] URL : <https://doi.org/10.3390/toxins10110453>
- Blasco, D., Levasseur, M., Gélinas, R., Larocque, R., Cembella, A. D., Huppertz, B. et E. Bonneau, 1998, Monitoring du phytoplancton toxique et des toxines de type IPM dans les mollusques du Saint-Laurent : 1989 à 1994, Pêches et Océans Canada, Rapport statistique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques 151, [En ligne] URL : <https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/Library/223482.pdf>
- Borthagaray, A. I. et A. Carranza, 2007, Mussels as ecosystem engineers: their contribution to species richness in a rocky littoral community, *Acta Oecologica*, 31, 3, pp. 243-250, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1016/j.actao.2006.10.008>
- Brett, M. M., 2003, Food poisoning associated with biotoxins in fish and shellfish, *Current Opinion in Infectious Diseases*, 16, 5, pp. 461-465. Doi:10.1097/00001432-200310000-00013
- Burkhardt, W., K. R. Calci, 2000, Selective accumulation may account for shellfish-associated viral illness, *Applied and Environmental Microbiology*, 66, 4, pp. 1375-1378, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1128/AEM.66.4.1375-1378.2000>
- Butt, A. A., Aldridge, K. E. et C. V. Sanders, 2004, Infections related to the ingestion of seafood Part I: viral and bacterial infections, *Lancet Infectious Diseases*, 4, 4, pp. 201-212, Doi:10.1016/S1473-3099(04)00969-7
- Centre de collaboration nationale en santé environnementale (CCNSE), 2013, Intoxication paralysante par les mollusques, Vancouver, CCNSE, [En ligne] URL : [ccnse.ca/documents/practice-scenario/intoxication-paralysante-par-les-mollusques](http://ccnse.ca/documents/practice-scenario/intoxication-paralysante-par-les-mollusques). Consulté le 10 juin 2020.
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ), 2016, Recherche et dénombrement des coliformes fécaux : méthode par filtration sur membrane. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, [En ligne] URL : <http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/methodes/pdf/MA700Col10.pdf>. Consulté le 16 juin 2020.
- Cembella, A., 1989, Occurrence of okadaic acid, a major diarrhetic shellfish toxin, in natural populations of *Dinophysis* spp. from the eastern coast of North America, *Journal of Applied Phycology*, 1, 4, pp. 307-310, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1007/BF00003466>
- Christie, H., Kraufvelin, P., Kraufvelin, L., Niemi, N. et E. Rinde, 2020, Disappearing Blue Mussels—Can Mesopredators Be Blamed? *Frontiers in Marine Science*, 7, pp. 550, [En ligne] URL : <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00550>
- Commito, J. A., Como, S., Grupe, B. M. et W. E. Dow, 2008, Species diversity in the soft-bottom intertidal zone: biogenic structure, sediment, and macrofauna across mussel bed spatial scales, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366, 1-2, pp. 70-81, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2008.07.010>
- Couture, J. Y., Levasseur, M., Bonneau, E., Desjardins, C., Sauvé, G., Bates, S. S., Léger, C., Gagnon, R. et S. Michaud, 2001, Variations spatiales et temporelles des concentrations d'acide domoïque dans les mollusques et des abondances de *Pseudo-nitzschia* spp. dans le Saint-Laurent de 1998 à 2000, Pêches et Océans Canada. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2375 : vii + 25 p., [En ligne] URL : <https://eweb.uqac.ca/bibliotheque/archives/12563594.pdf>. Consulté le 16 juin 2020.

- Crooks, J. A. et H. S. Khim, 1999, Architectural vs. biological effects of a habitat-altering, exotic mussel, *Musculista senhousia*, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 240, 1, pp. 53-75, [En ligne] URL: [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(99\)00041-6](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(99)00041-6)
- D'Astous, A., 2019, Fermeture de la cueillette à la mye commune et à la mule bleue dans un secteur du Bas-Saint-Laurent, L'avantage, [en ligne] URL : <https://www.lavantage.qc.ca/article/2019/04/16/fermeture-de-la-cueillette-a-la-mye-commune-et-a-la-moule-bleue-dans-un-secteur-du-bas-saint-laurent>. Consulté le 19 juin 2020.
- Davis, D., Harriott, V., MacNamara, C., Roberts, L. et S. Austin, 1995, Conflicts in a marine protected area: scuba divers, economics, ecology and management in Julian Rocks Aquatic Reserve, *Australian Parks & Recreation*, 31, 1, pp. 29-35.
- De Comminges, E., 1976, Les Récits de voyage des Jésuites en Nouvelle France: La Mission du Père Biard (1611-1613), *The French Review, Bicentennial Issue: Historical and Literary Relations between France and the United States*, 49, 6, pp. 840-855.
- De Witte, B., Devriese, L., Bekaert, K., Hoffman, S., Vandermeersch, G., Cooreman, K. et J. Robbens, 2014, Quality assessment of the blue mussel (*Mytilus edulis*): Comparison between commercial and wild types, *Marine Pollution Bulletin*, 85, 1, pp. 146-155, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.006>
- Deacon, G., Kettle, C., Hayes, D., Dennis, C. et J. Tucci, 2017, Omega 3 polyunsaturated fatty acids and the treatment of depression, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57, 1, pp. 212-223. Doi:10.1080/10408398.2013.876959
- Dinsdale, E. A. et D. M. Fenton, 2006, Assessing coral reef condition: Eliciting community meanings, *Society and Natural Resources*, 19, 3, pp. 239-258, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1080/08941920500460815>
- Duchesne, J.-F., Rhainds, M. et É. Dewailly, 2002, Programme de surveillance des maladies causées par les mollusques : résultats, phase I (1999) et phase II (2000), CHUL - Centre de recherche du CHUQ, Unité de recherche en santé publique, [En ligne] URL : <http://www.santecom.qc.ca/Bibliothequevirtuelle/santecom/3556700001864.pdf>. Consulté le 19 mai 2020.
- Famme, P., Riisgard, H. U. et C. B. Jorgensen, 1986, On direct measurement of pumping rates in the mussel *Mytilus-edulis*. *Marine Biology*, 92, 3, pp. 323-327. Doi:10.1007/bf00392672
- Food and Agriculture Organization (FAO), 2010, The state of world fisheries and aquaculture, Fisheries and Aquaculture Department, [En ligne] URL: <http://www.fao.org/3/a-i1820e.pdf>. Consulté le 14 mai 2020.
- Farrell, H., O'Connor, W., Seebacher, F., Harwood, D. T. et S. Murray, 2016, Molecular Detection of the Sxta Gene from Saxitoxin-Producing *Alexandrium minutum* in Commercial Oysters, 35, 1, pp. 169-177, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.2983/035.035.0118>
- Franz, D. R., 1993, Allometry of shell and body weight in relation to shore level in the intertidal bivalve *Geukensia demissa* (Bivalvia: Mytilidae), *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 174, 2, pp. 193-207, [En ligne] URL: [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(93\)90017-I](https://doi.org/10.1016/0022-0981(93)90017-I)
- Frechette, M., Butman, C. A. et W. R. Geyer, 1989, The importance of boundary-layer flows in supplying phytoplankton to the benthic suspension feeder, *Mytilus edulis* L. *Limnology and Oceanography*, 34, 1, pp. 19-36, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.4319/lo.1989.34.1.0019>
- Fuentes, J., Gregorio, V., Giráldez, R. et J. Molaes, 2000, Within-raft variability of the growth rate of mussels, *Mytilus galloprovincialis*, cultivated in the Ria de Arousa (NW Spain), *Aquaculture*, 189, 1-2, pp. 39-52, [En ligne] URL: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00357-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00357-4)

- Funk, J. A., Janech, M. G., Dillon, J. C., Bissler, J. J., Siroky, B. J. et P. D. Bell, 2014, Characterization of Renal Toxicity in Mice Administered the Marine Biotoxin Domoic Acid, *Journal of the American Society of Nephrology*, 25, 6, pp. 1187-1197. Doi:10.1681/asn.2013080836
- Ganesan, A. M., Alfaro, A. C., Brooks, J. D. et C. M. Higgins, 2010, The role of bacterial biofilms and exudates on the settlement of mussel (*Perna canaliculus*) larvae, *Aquaculture*, 306, 1-4, pp. 388-392, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.05.007>
- Glibert, P., Seitzinger, S., Heil, C., Burkholder, J., Parrow, M., Codispoti, L. et V. Kelly, 2005, The Role of Eutrophication in the Global Proliferation of Harmful Algal Blooms, *Oceanography*, 18, 2, pp. 198-209, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.5670/oceanog.2005.54>.
- Gouvernement du Canada, 2003, Profil de la moule bleue (*Mytilus edulis*), Région du Golfe, Pêches et Océans Canad., Direction des politiques et des services économiques, [En ligne] URL : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/270029-f.pdf>
- Gouvernement du Canada, 2017, Intoxication alimentaire, Services et renseignements, Rappels d'aliments, risques et éclosions de maladie d'origine alimentaire, [En ligne] URL : <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/intoxication-alimentaire.html>. Consulté le 25 mai 2020.
- Gouvernement du Canada, 2019a, Manuel du Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques, Pêches et Océans Canada, [En ligne] URL : <https://www.inspection.gc.ca/salubrite-alimentaire-pour-l-industrie/exigences-et-documents-d-orientation-relatives-a-c/poisson/programme-canadien-de-contrôle-de-la-salubrite-des/fra/1527251566006/1527251566942?chap=0>. Consulté le 7 mai 2020.
- Gouvernement du Canada, 2019b, Le Gouvernement du Canada et la Première Nation Malécite de Viger concluent une entente sur les pêches, Communiqué de presse de Pêches et Océans Canada, [En ligne] URL : <https://www.canada.ca/fr/peches-oceans/nouvelles/2019/08/le-gouvernement-du-canada-et-la-premiere-nation-malecite-de-viger-concluent-une-entente-sur-les-peches.html>. Consulté le 10 mai 2020.
- Gouvernement du Canada, 2019c, La détermination, l'analyse et le contrôle des dangers qui présentent un risque de contamination des mollusques vivants, Agence canadienne d'inspection des aliments, [En ligne] URL : <https://www.inspection.gc.ca/contrôles-preventifs/poisson/mollusques-vivants/fra/1515437226516/1515437308440>. Consulté le 10 juin 2020.
- Gouvernement du Canada, 2019d, Biotoxines marines dans les mollusques bivalves : intoxication par phycotoxine paralysante, intoxication par phycotoxine amnésique et intoxication par phycotoxine diarrhéique, Agence canadienne d'inspection des aliments, [En ligne] URL : <https://www.inspection.gc.ca/salubrite-alimentaire-pour-l-industrie/information-pour-les-consommateurs/fiches-de-renseignements-et-infographies/produits-et-risques/poisson-et-produits-de-mer/biotoxines-dans-les-mollusques/fra/1332275144981/1332275222849>. Consulté le 5 mai 2020.
- Grattan, L. M., Holobaugh, S. et J. G. Morris, 2016, Harmful algal blooms and public health, *Harmful Algae*, 57, pp. 2-8. Doi:10.1016/j.hal.2016.05.003
- Grienke, U., Silke, J. et D. Tasdemir, 2014, Bioactive compounds from marine mussels and their effects on human health, *Food Chemistry*, 142, pp. 48-60. Doi:10.1016/j.foodchem.2013.07.027
- Gutiérrez, J. L., Jones, C. G., Strayer, D. L. et O. O. Iribarne, 2003, Mollusks as ecosystem engineers: the role of shell production in aquatic habitats, *Oikos*, 101, 1, pp. 79-90, Doi:10.1034/j.1600-0706.2003.12322.x

- Hall, J., 2015, Maliseet Cultivation and Climatic Resilience on the Wəlastəkw/St. John River During the Little Ice Age, *Acadiensis*, 44, 2, pp. 3-25, [En ligne] URL: <https://journals.lib.unb.ca/index.php/Acadiensis/article/view/24358/28201>
- Hohweyer, J., Dumetre, A., Aubert, D., Azas, N. et I. Villena, 2013, Tools and Methods for Detecting and Characterizing Giardia, Cryptosporidium, and Toxoplasma Parasites in Marine Mollusks, *Journal of Food Protection*, 76, 9, pp. 1649-1657. Doi :10.4315/0362-028x.jfp-13-002
- INSPQ, 2019, Santé environnementale et toxicologie, Coliformes fécaux, Gouvernement du Québec, [En ligne] URL : <https://www.inspq.qc.ca/eau-potable/coliformes-fecaux>. Consulté le 15 mai 2020.
- Isbister, G. K. et M. C. Kiernan, 2005, Neurotoxic marine poisoning, *Lancet Neurology*, 4, 4, pp. 219-228. Doi:10.1016/s1474-4422(05)70041-7
- James, K. J., Carey, B., O'Halloran, J., van Pelt, F. et Z. Skrabakova, 2010, Shellfish toxicity: human health implications of marine algal toxins, *Epidemiology and Infection*, 138, 7, pp. 927-940, [En ligne] URL: Doi: <https://doi.org/10.1017/S0950268810000853>
- Jones, S. J., Lima, F. P. et D. S. Wethey, 2010, Rising environmental temperatures and biogeography: poleward range contraction of the blue mussel, *Mytilus edulis* L., in the western Atlantic, *Journal of Biogeography*, 37, 12, pp. 2243-2259, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2010.02386.x>
- Keenlyside, D. L., 1999, Glimpses of Atlantic Canada's past. *Revista de arqueologia americana*, 16, pp. 49-76, [En ligne] URL : <https://www.historymuseum.ca/learn/research/resources-for-scholars/essays/glimpses-of-atlantic-canadas-past/>
- Lagier, M., G. Castro, 2005, Guide de démarrage d'une entreprise maricole édition 2005, Comité sectoriel de main-d'oeuvres des pêches maritimes, Société de développement de l'industrie maricole, Gaspé, Québec, [En ligne] URL : <https://docplayer.fr/9333262-Guide-de-demarrage-d-une-entreprise-maricole-edition-2005.html>. Consulté le 3 juillet 2020.
- Lamontagne, Y., M. Rodrigue, 2020, Programme de classification des eaux coquillières (PCEC), Procédure d'échantillonnage en milieu marin par une tierce partie, Environnement et Changement climatique Canada, Direction des Sciences et de la Technologie
- Lane, D., Beaumont, A. et J. Hunter, 1985, Byssus drifting and the drifting threads of the young post-larval mussel *Mytilus edulis*, *Marine Biology*, 84, 3, pp. 301-308. Doi:10.1007/BF00392500
- Largaespada, C., Guichard, F. et P. Archambault, 2012, Meta-ecosystem engineering: nutrient fluxes reveal intraspecific and interspecific feedbacks in fragmented mussel beds, *Ecology*, 93, 2, pp. 324-333, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1890/10-2359.1>
- Le Corre, N., Johnson, L. E., Smith, G. K. et F. Guichard, 2015, Patterns and scales of connectivity: temporal stability and variation within a marine metapopulation, *Ecology*, 96, 8, pp. 2245-2256, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1890/14-2126.1>
- Lefebvre, K. A. et A. Robertson, 2010, Domoic acid and human exposure risks: A review, *Toxicon*, 56, 2, pp. 218-230. Doi:10.1016/j.toxicon.2009.05.034
- Levesque, B., Barthe, C., Dixon, B. R., Parrington, L. J., Martin, D., Doidge, B., Proulx, J.-F. et D. Murphy, 2010, Microbiological quality of blue mussels (*Mytilus edulis*) in Nunavik, Quebec: a pilot study, *Canadian Journal of Microbiology*, 56, 11, pp. 968-977. Doi:10.1139/w10-078
- Lindqvist, H. M., Gjertsson, I., Andersson, S., Calder, P. C. et L. Barebring, 2019, Influence of blue mussel (*Mytilus edulis*) intake on fatty acid composition in erythrocytes and plasma



- phospholipids and serum metabolites in women with rheumatoid arthritis, Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids, 150, pp. 7-15. Doi:10.1016/j.plefa.2019.08.004
- Mafra, L. L., Ribas, T., Alves, T. P., Proenca, L. A. O., Schramm, M. A., Uchida, H. et T. Suzuki, 2015, Differential okadaic acid accumulation and detoxification by oysters and mussels during natural and simulated Dinophysis blooms, Fisheries Science, 81, 4, pp. 749-762. Doi :10.1007/s12562-015-0882-7
- MAPAQ, 2013, Qualité des aliments – Sécurité des aliments. Risques parasitaires – poissons crus ou partiellement cuits, Gouvernement du Québec, [En ligne] URL : <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Transformation/Qualitedesaliments/securitealiments/risquesparasitairespoissons crus/Pages/risquesparasitairespoissons crus.aspx>. Consulté le 7 juillet 2020.
- Michalsky, M. et P. S. Hooda, 2015, Greenhouse gas emissions of imported and locally produced fruit and vegetable commodities : A quantitative assessment, Environmental Science & Policy, 48, pp. 32-43, [En ligne] URL : <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.12.018>
- Ministère de la Justice, 2020, Règlement de pêche de l'Atlantique de 1985 (DORS/86-21), Gouvernement du Canada, [En ligne] URL : <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/dors-86-21/page-5.html#h-880306>. Consulté le 9 juin 2020.
- Moreau, V., Thomas, B. et R. Tremblay, 2006, Distribution de Mytilus edulis et de Mytilus trossulus dans les régions maritimes de l'Est du Québec et des Maritimes entre 1999-2001 : Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation, Direction de l'innovation et des technologies, Rapport de recherche-développement no 153, 13 p., [En ligne] URL : <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/1926850?docref=tu0i1OYe674PnXYHkjc5nQ>
- Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec (MSSS), 2008, Cadre de référence en matière de sécurité alimentaire, Mise à jour 2008, Gouvernement du Québec, La Direction des communications du ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec, [En ligne] URL : <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2008/08-208-01.pdf>. Consulté le 19 mai 2020.
- National Centers for Coastal Ocean Science (NCCOS), 2019, Gulf of Maine Cyst Sampling Cruise Sets Stage for 2020 Red Tide Forecast, United States government, National Ocean Service, [En ligne] URL: <https://coastalscience.noaa.gov/news/gulf-of-maine-cyst-sampling-cruise-sets-stage-for-2020-red-tide-forecast/>. Consulté le 12 avril 2020.
- Organisation des Nations unies (ONU), 2019, Rapport : Global Chemicals Outlook II : From Legacies to Innovative Solutions, ONU programme pour l'environnement, [En ligne] URL : <https://www.unenvironment.org/fr/resources/rapport/rapport-global-chemicals-outlook-ii-legacies-innovative-solutions>. Consulté le 11 mai 2020.
- Paquette, L., Archambault, P. et F. Guichard, 2019, From habitat geometry to ecosystem functions in marine mussel beds, Marine Ecology Progress Series, 608, pp. 149-163, [En ligne] URL : <https://doi.org/10.3354/meps12808>
- Pêches et Océans Canada, 2017, Analyse de la présence d'algues toxiques et de phycotoxines dans l'événement de mortalité de la baleine noire de l'Atlantique Nord, 2017, Direction des sciences, Institut Maurice-Lamontagne, [En ligne] URL : [http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2017/mpo-dfo/Fs97-4-3128-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2017/mpo-dfo/Fs97-4-3128-fra.pdf)
- Pêches et Océans Canada, 2020, Cueillette de mollusques, Gouvernement du Canada, [En ligne] URL : <https://inter-l01-uat.dfo-mpo.gc.ca/infoceans/fr/cueillette-de-mollusques>. Consulté le 21 mai 2020.

- Pecl, G. T., Araujo, M. B., Bell, J. D., Blanchard, J., Bonebrake, T. C., Chen, I. C., . . . , et S. E. Williams, 2017, Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science*, 355, 6332, p. 9. Doi:10.1126/science.aai9214
- Petrovic, F., F. Guichard, 2008, Scales of *Mytilus* spp. population dynamics: importance of adult displacement and aggregation, *Marine Ecology Progress Series*, 356, pp. 203-214. Doi:10.3354/meps07250
- Ragnarsson, S. Á., D. Raffaelli, 1999, Effects of the mussel *Mytilus edulis* L. on the invertebrate fauna of sediments, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 241, 1, pp. 31-43, [En ligne] URL: [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(99\)00063-5](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(99)00063-5)
- Redfearn, P., Chanley, P. et M. Chanley, 1986, Larval shell development of four species of New Zealand mussels:(*Bivalvia*, *Mytilacea*), *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 20, 2, pp. 157-172, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1080/00288330.1986.9516140>
- Robertson, L. J., 2007, The potential for marine bivalve shellfish to act as transmission vehicles for outbreaks of protozoan infections in humans: A review. *International Journal of Food Microbiology*, 120, 3, pp. 201-216. Doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2007.07.058
- Robertson, M., Nichols, P., Horwitz, P., Bradby, K. et D. MacKintosh, 2000, Environmental narratives and the need for multiple perspectives to restore degraded landscapes in Australia, *Ecosystem Health*, 6, 2, pp. 119-133. Doi:10.1046/j.1526-0992.2000.00013.x
- Schwab, K. J., Neill, F. H., Estes, M. K., Metcalf, T. G. et R. L. Atmar, 1998, Distribution of norwalk virus within shellfish following bioaccumulation and subsequent depuration by detection using RT-PCR, *Journal of Food Protection*, 61, 12, pp. 1674-1680. Doi:10.4315/0362-028x-61.12.1674
- Schwacke, S., Stimmelmayer, S. et V. D. Trainer, 2017, Report of the Workshop on Harmful Algal Blooms (HABs) and Associated Toxins, 7-8 May 2017, Bled, Slovenia, International Whaling Commission, [En ligne] URL: [https://www.webapps.nwfs.noaa.gov/assets/11/9142\\_03012019\\_100314\\_IWC2017\\_SC\\_67A\\_REP\\_09.pdf](https://www.webapps.nwfs.noaa.gov/assets/11/9142_03012019_100314_IWC2017_SC_67A_REP_09.pdf)
- Sigurdsson, J. B., Titman, C. et P. A. Davies, 1976, The dispersal of young post-larval bivalve molluscs by byssus threads, *Nature*, 262, 5567, pp. 386-387.
- Silvert, W. L., A. D. Cembella, 1995, Dynamic modeling of phycotoxin kinetics in the blue mussel, *Mytilus-edulis*, with implication for other marine-invertebrates, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52, 3, pp. 521-531, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1139/f95-053>
- Smith, G. K., Guichard, F., Petrović, F. et C. W. McKindsey, 2009, Using spatial statistics to infer scales of demographic connectivity between populations of the blue mussel, *Mytilus* spp. , *Limnology and Oceanography*, 54, 3, pp. 970-977, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.4319/lo.2009.54.3.0970>
- Speck, F. G., W. S. Hadlock, 1946, A report on tribal boundaries and hunting areas of the Malecite Indian of New Brunswick, *American Anthropologist*, 48, 3, pp. 355-374, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1525/aa.1946.48.3.02a00020>
- Sukhotin, A. A., Strelkov, P. P., Maximovich, N. V. et H. Hummel, 2007, Growth and longevity of *Mytilus edulis* (L.) from northeast Europe, *Marine Biology Research*, 3, 3, pp. 155-167, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1080/17451000701364869>
- Toro, J., Innes, D. et R. Thompson, 2004, Genetic variation among life-history stages of mussels in a *Mytilus edulis*-*M. trossulus* hybrid zone, *Marine Biology*, 145, 4, pp. 713-725. Doi:10.1007/s00227-004-1363-1

- Tortora, G. J. et S. R. Grabowski, 2000, Principles of anatomy and physiology, New York, Wiley, 1055 p.
- Trainer, V. L., Bates, S. S., Lundholm, N., Thessen, A. E., Cochlan, W. P., Adams, N. G. et C. G. Trick, 2012, Pseudo-nitzschia physiological ecology, phylogeny, toxicity, monitoring and impacts on ecosystem health, Harmful Algae, 14, pp. 271-300, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1016/j.hal.2011.10.025>
- Tsuchiya, M. et M. Nishihira, 1985, Islands of mytilus as a habitat for small intertidal animals - Effect of island size on community structure, Marine Ecology Progress Series, 25, 1, pp. 71-81. Doi: 10.3354/meps025071
- United States Department of Agriculture (the) (USDA), 2015, Dietary guidelines for Americans 2015-2020, United States government, [En ligne] URL: <https://www.choosemyplate.gov/eathealthy/dietary-guidelines>. Consulté le 7 juillet 2020.
- Vaillancourt, M.-A., C. Lafontaine, 1999, Caractérisation de la Baie Mitis, Rapport produit pour les Jardins de Métis, 186 p, [En ligne] URL : [http://www.parcmitis.com/pdf\\_fr/baie\\_mitis\\_rapport.pdf](http://www.parcmitis.com/pdf_fr/baie_mitis_rapport.pdf)
- Valentin, A., Tremblay, T., Gagnon, F. et J.-F. Cartier, 2000, Saint-Laurent Vision 2000, Évaluation de la validité des indicateurs de contamination fécale des mollusques bivalves et des eaux coquillières de la Rive Nord de l'Estuaire maritime du Saint-Laurent, Direction de la santé publique, Régie régionale de la santé et des services sociaux de la Côte-Nord, [En ligne] URL : <http://www.santecom.qc.ca/Bibliothequevirtuelle/santecom/35567000008943.pdf>
- Venugopal, V., K. Gopakumar, 2017, Shellfish: Nutritive Value, Health Benefits, and Consumer Safety, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 16, 6, pp. 1219-1242, [En ligne] URL: <https://doi:10.1111/1541-4337.12312>
- Vilarino, N., Louzao, M. C., Abal, P., Cagide, E., Carrera, C., Vieytes, M. R. et L. M. Botana, 2018, Human Poisoning from Marine Toxins: Unknowns for Optimal Consumer Protection, Toxins, 10, 8, 38. Doi:10.3390/toxins10080324
- Weise, A. M., Lévasseur, M., Saucier, F. J., Senneville, S., Bonneau, E., Roy, S., Sauvé, G., Michaud, S. et J. Fauchot, 2002, The link between precipitation, river runoff, and blooms of the toxic dinoflagellate Alexandrium tamarense in the St. Lawrence, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 59, 3, pp. 464-473, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1139/f02-024>
- Wells, M. L., Trainer, V. L., Smayda, T. J., Karlson, B. S. O., Trick, C. G., Kudela, R. M., . . . et W. P. Cochlan, 2015, Harmful algal blooms and climate change: Learning from the past and present to forecast the future, Harmful Algae, 49, pp. 68-93, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.1016/j.hal.2015.07.009>
- Wright, A. C., Fan, Y. et G. L. Baker, 2018, Nutritional Value and Food Safety of Bivalve Molluscan Shellfish, Journal of Shellfish Research, 37, 4, pp. 695-708, [En ligne] URL: <https://doi.org/10.2983/035.037.0403>
- Zippay, M. L., B. Helmuth, 2012, Effects of temperature change on mussel, Mytilus, Integrative Zoology, 7, 3, pp. 312-327. Doi:10.1111/j.1749-4877.2012.00310.x

## ANNEXES

### Explications de l'algorithme décisionnel

#### *Première étape : abondance de la ressource*

Pour procéder à l'ouverture d'un site d'autocueillette, il importe d'abord de s'assurer que les moules bleues soient en quantité et en densité suffisante en plus d'être assez productives annuellement pour assurer la préservation de la ressource ainsi que la durabilité de l'activité (1). Une fois les stocks de moules bleues évalués (quantité, densité par mètre carré, productivité), une demande d'ouverture doit être présentée par écrit en remplissant le formulaire de la Section E – Annexe 14. Secteurs coquilliers et en l'adressant au président du comité interministériel régional des mollusques du Québec (CIRMQ) en poste. Actuellement il s'agit de monsieur Éric-Rémi Girard et la demande doit être envoyée à l'adresse courriel suivante : [eric-remi.girard@canada.ca](mailto:eric-remi.girard@canada.ca)

#### *Deuxième étape : proximité de certaines installations*

Selon le Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques (PCCCSM), la cueillette de mollusques est strictement interdite lorsque certaines installations sont trop rapprochées en raison des risques de contamination chimique et biologique (1,2). En effet, puisque ce sont des organismes filtreurs, les moules bleues ont la capacité d'accumuler différents contaminants dans leurs tissus et leur consommation peut alors parfois présenter un enjeu de santé publique (1,2). Par exemple, il est interdit en tout temps de cueillir des moules dans un rayon de 300 mètres du point de rejet d'une usine d'épuration ou d'une station de pompage et dans un rayon de 125 mètres d'un quai, d'une marina ou d'un port (2).

#### *Troisième étape : présence de coliformes fécaux*

Les coliformes fécaux sont des indicateurs de la qualité de l'eau et Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) recommande l'ouverture ou la fermeture d'un secteur de cueillette en fonction de leur concentration dans l'eau (2). Des frais sont possiblement à prévoir pour la surveillance des coliformes fécaux. Ce sont des bactéries d'origine humaine et animale qui sont majoritairement peu pathogènes, mais qui sont souvent associées à des micro-organismes ayant un pouvoir pathogène plus élevé, soit d'autres bactéries, des virus ou des parasites (3). Lorsque la concentration des coliformes fécaux dépasse la norme, cela indique que les autres micro-organismes pourraient être présents et causer des intoxications graves (3). Il importe alors de ne jamais cueillir dans un secteur fermé à la cueillette. De plus, même lorsque les coliformes fécaux sont sous la norme, une cuisson adéquate des mollusques (présentée dans l'encadré ci-dessous) est recommandée pour détruire les autres micro-organismes qui pourraient tout de même s'y retrouver (4).

#### *Quatrième étape : présence de biotoxines marines*

La surveillance des biotoxines est assurée par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) (2). À ce jour dans le Saint-Laurent, trois types d'intoxications sont surveillées, soit l'intoxication paralysante (IPM), amnésiante (IAM) et diarrhéique par les mollusques (IDM) (2). Ces intoxications sont causées par des floraisons de microalgues productrices de biotoxines qui surviennent de manière imprévisible, mais généralement au cours du printemps, de l'été ou du début de l'automne (5-8). Ces intoxications peuvent être très graves et dans de rares cas causer la mort lorsque les moules sont fortement contaminées (2). De plus, le danger est souvent imperceptible, car la floraison de ces microalgues ne colore pas toujours l'eau en rouge, et ne modifie pas l'apparence, l'odeur ou le goût des mollusques (6). Par ailleurs, la cuisson et la

congélation ne détruisent pas les biotoxines, il importe alors de ne cueillir des mollusques que dans les secteur ouverts à la cueillette, car les biotoxines y sont surveillées à chaque semaine et sont sous les normes (2,6). La surveillance étroite des biotoxines est particulièrement pertinente dans le contexte des changements climatiques, car ceux-ci pourraient modifier la fréquence, l'intensité ou la localisation des floraisons de microalgues productrices de biotoxines (9).

#### *Cinquième étape : présence de contaminants chimiques*

De nombreux contaminants chimiques sont désormais détectés dans le Saint-Laurent et pourraient éventuellement affecter la santé des consommateurs (10). La présence de ces contaminants peut être influencée par la proximité de certaines installations telles que des usines ou des terres agricoles (11). Actuellement, ils ne font pas partie du programme de surveillance du PCCSM. Toutefois, les niveaux des contaminants chimiques semblent généralement faibles et les bénéfices sur la santé associés à la consommation de moules bleues surpassent les risques (12).

#### *Dernière étape : déguster les moules bleues*

Les moules bleues sont d'une qualité alimentaire exceptionnelle et méritent une place dans nos assiettes, car elles sont une excellente source d'oméga-3, de protéines, de vitamines (A, B2, B12, C) et de minéraux (fer, phosphore, sélénium, zinc) en plus d'être faibles en gras et peu caloriques (12,13). De plus, la consommation d'aliments locaux permet de réduire la distance parcourue par les aliments, ce qui diminue l'émission de polluants (14). Une fois cueillies et avant la dégustation, les moules bleues doivent être conservées et vérifiées selon les recommandations présentées dans les encadrés pour réduire les risques d'intoxication alimentaire. Finalement, pour s'assurer que tous puissent profiter longtemps de l'autocueillette, il importe de respecter les règlements et le guide des bonnes pratiques pour une cueillette durable présentés dans les encadrés ci-dessous.

Image 1030E5840000543A00006D086F4B0D907B523D10.emf

RÈGLEMENTS DE CUEILLETTE RÉCRÉATIVE DE MOULES BLEUES

- 1. LA CUEILLETTE DE MOULES BLEUES EST AUTORISÉE UNIQUEMENT DANS LES SECTEURS OUVERTS<sup>1)</sup>**  
 Avant de cueillir, il faut s'informer si le secteur de cueillette est **ouvert** ou **fermé** en consultant la **carte de cueillette de moules bleues**, qui est mise à jour en temps réel par Pêches et Océans Canada. Prenez note que pour tous les secteurs qui pourraient être ouverts à la cueillette dans le Bas-Saint-Laurent et en Gaspésie, la cueillette sera tout de même interdite à chaque année entre le 31<sup>er</sup> janvier et le 31<sup>er</sup> mars pour des raisons de conservation de la ressource<sup>2)</sup>. Pour plus d'information sur l'état des secteurs de cueillette, veuillez consulter le site internet ou appeler à la ligne d'information automatisée de votre région. Les formats des numéros de téléphone sont disponibles à l'adresse suivante : <https://lincor.01.ca/01800-3676/01800-3676/francais/fr-ca/cueillette-de-moules-bleues>.
- 2. SEULES LES MOULES ROUES DE 40 MM OU PLUS PEUVENT ÊTRE CUEILLIES SUR LE BANC À MARÉE BASSE<sup>3)</sup>**  
 Il est très important de respecter ce règlement, car les moules ont une croissance lente et lorsqu'elles ont atteint cette taille, cela indique qu'elles ont probablement eu le temps de se reproduire. Pour savoir si les moules sont de la bonne taille, il est recommandé d'utiliser une petite **reglette** ou un **gabarit** pour **mesurer les moules** idéalement avant de les cueillir.
- 3. LA CUEILLETTE DE MOULES BLEUES EST PERMISE UNIQUEMENT AU COURS DE LA JOURNÉE**  
 Ainsi, on peut cueillir durant la **période de début à 30 minutes avant le lever du soleil et se terminant 30 minutes après le coucher du soleil**<sup>4)</sup>.
- 4. LES QUANTITÉS DE CUEILLETTE DOIVENT ÊTRE RESPECTÉES**  
 Par exemple, un individu peut **cueillir et garder au maximum 300 moules bleues par jour**<sup>5)</sup>. Il est toutefois **recommandé de cueillir** **seules les quantités de moules qui seront consommées dans les 24 prochaines heures** et que discuté dans l'encadré portant sur la conservation des moules.
- 5. LA CUEILLETTE RÉCRÉATIVE DES MOULES BLEUES SE FAIT UNIQUEMENT À LA MAIN OU À L'AIDE D'UN OUTIL À MAIN PROPRE UTILISÉ AUTREMENT QU'EN PÊCHERIE<sup>6)</sup>**  
 Par exemple, il est permis d'utiliser un couteau pour couper les byssus. Cela évite de détacher les moules autour de la moule cueillie. Les **outils à main doivent être bien nettoyés** afin d'éviter l'introduction de parasites ou d'espèces envahissantes. La cueillette récréative de moules bleues s'effectue **à pied** elle n'est pas permise en plongée ou à bord d'une embarcation. Il est interdit d'utiliser des outils mécanisés lors de la cueillette récréative.

GUIDE DES BONNES PRATIQUES POUR UNE CUEILLETTE DURABLE

- Sur le rivage, il est recommandé de **se déplacer en contourant les bancs de moules** et d'éviter de piétiner les moules, car cela pourrait les abîmer et causer leur mort.
- Il est préférable de **cueillir les moules en périphérie d'un banc** et non celles qui se situent au centre. En effet, les moules bleues sont attachées entre elles et aux fonds rocheux par les byssus, des filaments bruns aussi appelés « barbe ». Lors agglomération les pontages des intermédiaires (vagues, dessalation, etc.) et des prédateurs en plus de favoriser le succès de reproduction. Cueillir les moules du milieu du banc peut compromettre la survie des moules qui se trouvent autour et même de tout le banc.
- Les moules cueillies qui n'ont **pas été consommées doivent être déposées** doucement au même endroit pour augmenter leur chance de survie.
- Il est recommandé de **ne pas cueillir toutes les moules de 40 mm plus dans un même banc** pour garder une certaine diversité de génération, ce qui permet une meilleure continuité de la cueillette.

Image 101666200000543A00006D08E9E2C24A9D1970FF.emf

CONSERVATION ET PRÉPARATION DES MOULES BLEUES

### CONSERVATION DES MOULES

Les moules bleues doivent être **conservées dans leur coquille et maintenues vivantes jusqu'au moment de les cuire**<sup>7)</sup>.

Lors de la cueillette, les moules peuvent être conservées dans une **glaçière** ou dans un **réfrigérateur contenant de l'eau de mer propre et fraîche**, car ceci permet de les garder au frais et de les faire dégorger du sable qu'elles contiennent. Tout au long de la cueillette, l'eau de mer devrait être renouvelée périodiquement pour s'assurer qu'elle demeure fraîche.

Une fois à la maison, elles doivent être placées dans un **contenant ouvert ou sur un plateau et recouvert d'un linge ou d'un journal humide**, elles ne doivent pas être conservées dans un contenant fermé hermétiquement ou dans l'eau<sup>8)</sup>. **Elles doivent être placées sur la tablette inférieure du réfrigérateur**, pour éviter que leur jus ne s'égoutte sur d'autres aliments<sup>9)</sup>.

Idéalement, les moules bleues devraient être **consommées dans les 24 heures suivant la cueillette**, car la durée de conservation varie grandement entre les moules et est difficile à établir<sup>10)</sup>. Les moules bleues pourraient tout de même être conservées au réfrigérateur jusqu'à 2 à 3 jours après la cueillette si elles ne présentent pas de signes de dégradation.

### VÉRIFICATION DES MOULES

Si les moules dégagent une **odeur désagréable** ou si elles ne se ferment **pas rapidement lorsqu'une pression est appliquée sur leur coquille** avec les doigts, ce sont des signes de dégradation qui indiquent qu'elles **ne sont plus bonnes pour la consommation** et qu'elles doivent être jetées<sup>11)</sup>.

Avant la cuisson, il est recommandé d'examiner les moules une à une et d'**éliminer les moules mortes** ainsi que les **moules remplies de vase**. Pour vérifier si une moule est remplie de vase, il faut la taper sur le comptoir et si un filet de boue et/ou un liquide nausabond s'en échappe, la moule est morte et doit être jetée. Si vous doutez de la fraîcheur de vos moules, il vaut mieux ne pas les consommer.

### CUISSE ADÉQUATE DES MOULES

Les collimates (écus) sont des indicateurs efficaces, mais imparfaits, de la qualité de l'eau<sup>12)</sup>. Donc, même lorsqu'ils sont sous les normes, d'autres **microorganismes** peuvent tout de même parfois se retrouver dans la chair des moules et causer des intoxications graves<sup>21)</sup>. Toutefois, contrairement aux biotoxines, les **microorganismes sont détruits par la chaleur** et c'est pourquoi la cuisson adéquate des moules est importante même si elles ont été cueillies dans un secteur ouvert à la cueillette<sup>22)</sup>.

Cette-ci consiste à **faire bouillir les moules jusqu'à ce que les coquilles s'ouvrent**, puis de **laisser bouillir au moins 5 minutes de plus**<sup>4)</sup>. À la vapeur, la cuisson devrait être poursuivie au moins 9 minutes après l'ouverture des coquilles<sup>4)</sup>. De plus, pour réduire les risques de contamination microbologique, les moules devraient atteindre une **température interne d'au moins 79°C au cours de la cuisson**<sup>4)</sup>. **Les moules qui ne se sont pas ouvertes lors de la cuisson doivent être jetées**, car elles étaient probablement déjà mortes et pourraient contenir des microorganismes pathogènes<sup>23)</sup>.



## NOTES

1. Marine Stewardship Council [en ligne] URL : <https://www.msc.org/en-us/>.
  2. Pour de plus amples informations sur le collectif, consulter Mélanie Lemire : « Manger notre Saint-Laurent – C'est quoi ça ? », [en ligne] URL : <https://mangernotrestlaurent.com/2020/05/23/manger-notre-saint-laurent-cest-quoi-ca/>
- 

## RÉSUMÉS

Les membres de la Première Nation Wolastoqiyik Wahsipekuk basée à Cacouna aimeraient pouvoir cueillir et consommer les moules bleues présentes en abondance sur les rives de l'estuaire du Saint-Laurent dans leur territoire ancestral. Cependant, les lois fédérales communiquées par des affiches de Pêches et Océans Canada en interdisent la cueillette. Un projet pilote a alors été créé entre la Première Nation et le collectif *Manger notre Saint-Laurent* pour les accompagner dans la réouverture d'un secteur d'autocueillette de moules bleues de manière durable et sécuritaire. Les objectifs étaient d'identifier les enjeux associés à la cueillette de moules dans la documentation scientifique et de co-développer un arbre décisionnel permettant de guider la Première Nation dans l'éventuelle réouverture d'un secteur coquillier. Selon les résultats, la cueillette de moules peut être compromise par des enjeux de conservation de la ressource et/ou de salubrité. Pour que la cueillette soit durable et sécuritaire, il importe de valider que la ressource soit assez abondante et productive (biomasse, densité, taux de productivité) pour assurer la durabilité de la ressource malgré la cueillette, de vérifier la proximité de certaines installations humaines pour réduire les risques de contamination, puis de surveiller certains contaminants (coliformes fécaux, biotoxines marines) pour assurer la sécurité de la cueillette. Une fois ces étapes complétées, un secteur peut être ouvert à la cueillette en communiquant les règlements et les bonnes pratiques de l'autocueillette (taille minimale de cueillette, quotas quotidiens, etc.) pour contribuer à la durabilité de l'autocueillette. Lorsque l'autocueillette de moules bleues est pratiquée de manière durable et sécuritaire, elle permet de rapprocher les membres des communautés des ressources alimentaires du fleuve Saint-Laurent (province de Québec, Canada).

The members of the Wolastoqiyik Wahsipekuk First Nation based in Cacouna would like to be able to harvest and consume the blue mussels that are abundant on the shores of the St. Lawrence Estuary in their ancestral territory. However, federal laws communicated by Fisheries and Oceans Canada posters prohibit their harvesting. A pilot project was therefore created between the First Nation and the collective *Manger notre Saint-Laurent* to help them reopen a blue mussel harvesting area in a sustainable and safe manner. The objectives were to identify the issues associated with mussel harvesting in the scientific documentation and to co-develop a decision tree to guide the First Nation in the eventual reopening of a shellfish harvesting area. Depending on the results, mussel harvesting may be compromised by resource conservation and/or safety issues. For harvesting to be sustainable and safe, it is important to validate that the resource is sufficiently abundant and productive (biomass, density, productivity rate) to ensure the sustainability of the resource despite harvesting, to verify the proximity of certain human facilities to reduce the risks of contamination, and to monitor certain contaminants (fecal coliforms, marine biotoxins) to ensure the safety of the harvest. Once these steps have been

completed, an area can be opened up for harvesting by communicating regulations and good harvesting practices (minimum pick size, daily quotas, etc.) to contribute to the sustainability of harvesting. When blue mussel harvesting is practiced in a sustainable and safe manner, it brings community members closer to the food resources of the St. Lawrence River (Province of Quebec, Canada).

## INDEX

**Mots-clés** : moules bleues, *Mytilus* spp., bivalve, autocueillette, exploitation durable, secteur coquillier, autonomie alimentaire, Premières Nations, Wolastoqiyik Wahsipekuk, Saint-Laurent

**Keywords** : blue mussels, *Mytilus* spp., bivalve, harvesting, sustainable exploitation, shellfish harvest area, food autonomy, First Nations, Wolastoqiyik Wahsipekuk, St. Lawrence

## AUTEURS

### MARIE-CLAUDE LEFEBVRE

B. Pharm., M. Sc. Santé publique, Professionnelle de recherche, Chaire de recherche Littoral, Centre de recherche du CHU de Québec, Département de médecine sociale et préventive, Institut de biologie intégrative et des systèmes (IBIS), Université Laval, Pavillon Charles-Eugène Marchand, 1030 avenue de la Médecine, Québec (Qc), G1V 0A6, courriel : marie-claude.lefebvre.2@ulaval.ca

### PHILIPPE ARCHAMBAULT

Professeur, Écologie benthique, ArcticNet, Québec-Océan, Département de biologie, Faculté des Sciences et de génie, Université Laval, Pavillon Vachon, 1045, avenue de la Médecine, Québec (Qc), G1V 0A6, Canada, courriel : philippe.archambault@bio.ulaval.ca

### ALEXANDRE TRUCHON-SAVARD

M. Sc. Biologie, coordonnateur aux consultations et accommodements, Première Nation Wolastoqiyik Wahsipekuk, 217 rue de la grève, Cacouna (Qc), G0L 1G0, Canada, courriel : consultations@malecites.ca

### GUY-PASCAL WEINER

Directeur pêches commerciales, Première Nation Wolastoqiyik Wahsipekuk, 217 rue de la grève, Cacouna (Qc), G0L 1G0, Canada, courriel : dir.peches@malecites.ca

### CINDY GRANT

M. Sc. Océanographie, Professionnelle de recherche, Écologie benthique, Québec-Océan, Département de biologie, Faculté des Sciences et de génie, Université Laval, Pavillon Alexandre-Vachon, 1045 avenue de la Médecine, Québec (Qc), G1V 0A6, Canada, courriel : indy.grant@bio.ulaval.ca

### REBECCA HENNIGS

Agente de mobilisation des connaissances, Chaire de recherche Littoral, Centre de recherche du CHU de Québec, Département de médecine sociale et préventive, Institut de biologie intégrative et des systèmes (IBIS), Université Laval, Pavillon Charles-Eugène-Marchand, 1030 avenue de la Médecine, Québec (Qc), G1V 0A6, Canada, courriel : rebecca.hennigs@crchudequebec.ulaval.ca

**ISADORA DESMARAIS-LACOURSE**

Étudiante B. Sc. Biologie, Département de biologie, Faculté des Sciences et de génie, Université Laval, Pavillon Alexandre-Vachon, 1045 avenue de la Médecine, Québec (Qc), G1V 0A6, Canada, courriel : isadora.desmarais-lacourse.1@ulaval.ca

**MÉLANIE LEMIRE**

Professeure, Médecine sociale et préventive, Chaire de recherche Littoral, Centre de recherche du CHU de Québec, Département de médecine sociale et préventive, Institut de biologie intégrative et des systèmes (IBIS), Université Laval, Pavillon Charles-Eugène Marchand, 1030 avenue de la Médecine, Québec (Qc), G1V 0A6, Canada, courriel : melanie.lemire@crchudequebec.ulaval.ca