Vulnérabilité des populations de crevette nordique (Pandalus borealis) aux changements climatiques et globaux le long de la côte Est du Canada : de la ressource naturelle aux communautés côtières

Fanny NOISETTE, Marco ALBERIO, Piero CALOSI, Aura BARRIA, Maude BOISSONNEAULT, Mathilde CHEMEL, Tristan GRECH, Ella GUSCELLI, Marina SOUBIROU

Les résultats et opinions présentés dans cette publication sont entièrement la responsabilité des auteurs et n'engagent pas Ouranos ni ses membres.

Table des matières

1. Introduction 3
2. Contexte / objectifs 3
3. Cadre théorique / compte-rendu de la revue de la littérature 5
4. Méthodologie / données 12
5. Résultats (pour chaque tâche du projet) 23
6. Analyse et discussion des retombées globales du projet. 50
7. Conclusion et recommandations 54
8. Références 57

1. Introduction

La crevette nordique est reconnue mondialement pour sa valeur économique et son importance écologique. C'est un des produits de la mer à haute valeur commerciale pour les pêcheries de l'Atlantique Nord (Holthuis, 1980), non seulement sur les côtes européennes, mais également en Amérique du Nord. Dans l'est du Canada, les débarquements s'élevaient à 148 300 t en 2013, avec des revenus financiers évalués à plus de 342.3 millions de dollars en 2015 (MPO 2015 ; MAPAQ, 2015). La crevette nordique est également une espèce clé de la chaîne alimentaire en tant qu'espèce fourragère pour des poissons à valeur commerciale comme la morue et le sébaste (Savenkoff *et al*. 2006). En tant que ressource naturelle exploitée, la crevette nordique est un moteur d'approvisionnement et de développement pour de nombreuses communautés humaines vivant en zone côtière et vivant de la pêche, y compris les Premières Nations. Cette source de revenus est d'autant plus importante que les communautés côtières vivant de la pêche sont souvent éloignées des grands centres et que le tissu socio-économique régional dépend en grande partie de ces ressources naturelles. En effet, « le Québec maritime est affecté par des dynamiques sociodémographiques qui pèsent lourd sur ses perspectives de développement. Entre un déclin démographique marqué et un vieillissement accéléré de sa population, la région est en proie à une dévitalisation économique » (Bourgault-Faucher, 2020 : vii). « Dans ces régions, la pêche joue donc un rôle fondamental sur le plan économique, mais aussi socioculturel » (Alberio, 2020 : 54). Notons par ailleurs que le métier de pêcheur suit également la dynamique régionale puisqu'au « Québec et en Gaspésie, la proportion de pêcheurs de 45 ans et plus est en constante hausse, passant d'environ 21% en 1986 à près de 62% en 2016, ce qui représente une part trois fois plus importante » (Alberio, 2020 : 57).

Après un maximum d'abondance enregistré entre 2003 et 2006 pour les régions de l'Estuaire et du golfe du Saint-Laurent, et celles de Nouvelle-Écosse, Terre-Neuve et Labrador, la crevette nordique a commencé à décliner sur les côtes canadiennes. Ceci a mené à une progressive, mais importante diminution des quotas de pêche au cours des dernières années (Bourdages *et al.,* 2018 ; MPO 2016a ; MPO 2016b ; MPO 2017). Cette diminution a été en premier constatée par les pêcheurs et pourrait être due à des mécanismes écologiques (ou effets indirects - p. ex. retour du sébaste dans le Saint-Laurent) et/ou des mécanismes biologiques (ou effets directs - - c.-à-d. changements physico-chimiques sous influence des changements globaux. On entend par changements globaux les transformations multidimensionnelles subies par les systèmes biologiques de notre planète en raison de l'activité humaine. Le réchauffement climatique est fortement soupçonné d'être une cause importante du déclin observé, car des études menées sur d'autres espèces de crevette (incluant *Pandalus montagui*) ont montré le fort impact négatif sur certaines populations de mer froides (ex. Mer du Nord, Magozzi et Calosi, 2015). Dans le cadre de changements combinés, prédire les futurs changements d'abondance et de distribution de crevette nordique permettrait aux pêcheries de crevette de mieux planifier des stratégies d'adaptation.

2. Contexte / objectifs

Jusqu'à récemment, les populations de crevette, présentes du golfe du Maine jusqu'à la baie de Baffin, étaient saines et non exploitées au maximum de leur quota (MPO 2016 a,b). Toutefois, les stocks de la partie la plus au sud de l'aire de répartition de la crevette nordique (i.e. Maine, Nouveau-Brunswick et Nouvelle Écosse) ont diminué dans les dernières années (MPO 2015, MPO 2016 a,b). Cela laisse penser que des mécanismes sont actuellement en cours, influençant les stocks de crevette nordique et que les

changements climatiques et globaux comme l'augmentation récente de la température des océans pourraient causer des extinctions locales surtout au sud de son aire de répartition géographique, mais aussi, dans un avenir plus proche que prévu, au niveau des populations de crevettes québécoises. Dans ces conditions, il est important d'améliorer les connaissances sur la vulnérabilité de cette ressource afin d'évaluer si son abondance et sa distribution pourraient devenir un enjeu crucial dans le contexte des changements climatiques et globaux. De plus, les différents effets cumulés des fluctuations environnementales sur les populations de crevette ne sont pas bien évalués ni pris en compte. Il est important de comprendre les effets combinés du réchauffement, de l'acidification et de la désoxygénation des océans projetés dans un contexte de changements globaux (Stocker et al. 2013) pour améliorer nos capacités de prédictions quant à la viabilité et la pérennité de cette pêcherie et des communautés qui en dépendent. D'autre part, plusieurs populations d'une même espèce peuvent être acclimatées ou adaptées à leur environnement local, présentant des réponses différentes face aux fluctuations environnementales. Il est donc important d'utiliser une approche intégrative qui compare les sensibilités de différentes populations au sein d'une même espèce, mais aussi à l'échelle individuelle lorsqu'on étudie les différents compartiments d'organisation biologique chez un organisme. Ces nouvelles données permettront d'améliorer les capacités de projections biogéographiques d'abondance et de distribution.

En menaçant la ressource, les changements climatiques et globaux pourraient dans le moyen et long terme impacter par extension, l'activité économique de la pêche, ainsi que la vitalité sociale et économique de plusieurs régions dépendantes de la filière crevettes (Fernandes et al., 2016; Lipsig & Mumme 2013, Queiros et al. 2015). Il s'agit donc d'un risque important, compte tenu du fait que l'exploitation commerciale de ce crustacé est un moteur de survie et de développement pour de nombreuses communautés vivant en zone côtière (et en particulier de plus en plus les Premières Nations) qui paient souvent déjà le prix d'un éloignement des grands centres économiques. Dans ce type de systèmes socio-écologiques (SES), dont la théorie a déjà été largement utilisée sur les écosystèmes marins, l'homme est une composante essentielle du système nature. Les composantes humaines comme le système de ressource (ex. pêcherie côtière), les unités de ressources et les usagers (ex. pêcheurs, organismes de gouvernance) interagissent avec les composantes biophysiques de ces SES à travers les échelles spatiales, temporelles et organisationnelles pour former des systèmes complexes et adaptés. Il est donc nécessaire de coupler une approche socio-économique à l'approche plus biologique dans ce projet afin de déterminer quelles seront les retombées des changements dans la pêcherie et l'industrie de la crevette, induites par les changements climatiques et globaux.

Dans un Québec maritime qui fait face à une perte significative de dynamisme socio-économique, la pêche fait figure de moteur de l'économie et de développement en affichant de très bonnes performances (Bourgault-Faucher, 2020 : vii). « En fait, au Québec, ce secteur répartit l'essentiel de son PIB dans deux régions : la Côte-Nord et la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine. Ces deux territoires ont pêché pour près de 77 % de la valeur totale des débarquements au Québec en 2017 (MPO, 2018). Plus spécifiquement, en 2017, 51,8 % de la valeur totale des débarquements au Québec a été réalisée en Gaspésie (MPO, 2018) » (MPO, 2018 dans Alberio, 2020 : 54). Cependant, depuis l'effondrement des stocks de poissons de fond et la mise en place d'un moratoire dans les années 1990, les quantités débarquées ont grandement diminué, faisant craindre un effondrement de la filière. « Si la pêche au poisson de fond a reculé, elle a laissé place à l'essor d'autres espèces. C'est particulièrement le cas de la crevette. De 1984 à 2016, la pêche à la crevette a été en constante progression. La quantité pêchée

de crevettes en Gaspésie en 2010 a été quatre fois plus importante qu'en 1984 » (Alberio, 2020 : 56). En effet, la substitution de la pêche aux poissons de fond par celle d'autres espèces (homard, crabe des neiges et crevette) a constitué une « véritable planche de salut » (Bourgault-Faucher, 2020 : vii) pour l'économie locale. L'importance de la crevette nordique dans le secteur des pêcheries en fait ainsi une ressource à mieux connaître, dont les réponses aux changements climatiques et globaux sont d'importance majeure pour la pérennité de l'activité de pêche sur le territoire québécois.

Ce projet a développé une approche multidisciplinaire et intersectorielle avec trois volets de recherche :

(1) un axe se focalisant sur les réponses biologiques du stade adulte femelle de la crevette (ciblé par la pêcherie) au réchauffement combiné à l'acidification et à l'hypoxie, en intégrant les réponses de différents niveaux organisationnels (cellule, individu, population) avec des approches intégrées d'écophysiologie, des outils–omiques (c-à-d de techniques à haut débit permettant une analyse simultanée d'un grand nombre de variables réponses au niveau cellulaire ou tissulaire comprenant la génomique -séquençage des gènes , la transcriptomique -expression des gènes et leur régulation, la protéomique -analyse des protéines, la métabolomique -étude des métabolites produits) et de la modélisation bio-écologique ;

(2) un axe se concentrant sur la description socio-économique des pêcheries de crevette nordique au Québec et les enjeux des changements climatiques et globaux sur ces pêcheries, soutenue par une recherche bibliographique des meilleures pratiques existantes, une compilation des statistiques sur la filière crevette et des entrevues des différents acteurs de la filière crevette ;

(3) un volet intégrateur visant à aider les acteurs des pêcheries à réfléchir à de potentielles stratégies d'adaptations dans le contexte de changements climatiques et globaux. Ce volet comprend le transfert de connaissances générées à travers ce projet de recherche, mais également la mise en place d'ateliers de travail pour permettre aux acteurs de la filière crevette de réfléchir ensemble au futur de leur filière dans le contexte des changements climatiques et globaux.

Les détails sur les tâches accomplies au sein de chaque volet sont mentionnés en annexe 1.

3. Cadre théorique / compte-rendu de la revue de la littérature

3.1 État des connaissances sur les réponses de la crevette nordique à l'augmentation de la température, la diminution du pH et de l'oxygène dissous

Les facteurs environnementaux les plus susceptibles d'impacter la physiologie de la crevette nordique et de varier dans le contexte des changements climatiques et globaux sont : la température, le pH/pCO_2 (pression partielle de gaz carbonique) et l'oxygène dissous de l'eau de mer. En effet, au niveau des océans l'émission massive des gaz à effet serre depuis le début de la révolution industrielle se traduit entre autres par une augmentation de la température de l'eau (phénomène du réchauffement des océans) et une diminution du pH (phénomène de l'acidification des océans) et de l'oxygène dissous (phénomène de l'hypoxie des océans) (Bindoff et al., 2007 ; Doney et al., 2009 ; Keeling et al., 2010). Ces phénomènes sont liés entre eux et sont susceptibles d'influencer la biologie de la crevette nordique (voir résumé des réponses dans le Tableau 1).

La crevette nordique est une espèce sténotherme d'eau froide (0 - 5 °C) (Allen, 1959) bien que les adultes de cette espèce puissent vivre et se reproduire à des températures aussi élevées que 11.1 °C (Allen, 1959). Il a été montré que les femelles adultes ont une croissance plus lente et se révèlent moins tolérantes lorsque la température environnementale augmente (Apollonio *et al*., 1986). L'augmentation de température est aussi reconnue pour augmenter la consommation d'oxygène entre les limites de tolérance d'une espèce (Pörtner, 2010), ce qui a été confirmé pour *P. borealis* à la fois chez les larves (Arnberg *et al.*, 2013 ; Chabot et Ouellet, 2005) et chez les adultes des deux sexes (Daoud *et al.*, 2007 ; Dupont-Prinet *et al.*, 2013 ; Hall, 2017).
Les effets de l'acidification des océans chez la crevette nordique sont peu connus. En général, les effets physiologiques de la diminution de pH ont été étudiés principalement sur les larves. Hammer et Pedersen (2013) sont les seuls à avoir la réponse physiologique des adultes de *P. borealis* et leurs résultats montrent une partielle compensation de l'acidose extracellulaire à travers l'accumulation d'ions bicarbonate et une légère diminution du taux métabolique, ce qui suggère une tolérance de cette espèce à la diminution de pH environnemental. En revanche l'acidification implique une augmentation significative du taux d'excrétion d'ammoniac ce qui indique une augmentation du catabolisme des protéines et des aminoacides dû à une augmentation de la demande énergétique.

En ce qui concerne l'hypoxie, la crevette nordique semble être capable de supporter à long terme une diminution de la saturation d'oxygène jusqu'au 40% d'oxygène dissous, induisant néanmoins une modification de l'activité métabolique aérobie et anaérobie (Dupont-Prinet et al. 2013, Pillet *et al.*, 2016). En effet, dans l'Estuaire et dans le golfe du Saint-Laurent plus de 80 % de leur biomasse se trouve dans les zones à moins de 40 % de saturation (Gilbert *et al*., 2007).

Tableau 1 : Résumé des réponses d'histoire de vie et physiologiques des adultes de crevette nordique Pandalus borealis (*Krøyer, 1838) face aux changements globaux isolés et combinés : réchauffement (T), acidification (pH) et hypoxie (O_2) des océans. Symboles : ↗ = augmente, ↘ = diminue, ≈ = aucun changement. Une exposition aigüe est une exposition de quelques heures à de faibles concentrations en oxygène alors qu'une exposition chronique est de quelques jours à quelques semaines.*

Paramètre biologique ou physiologique	Facteurs de stress environnementaux						Référence
	T	pH	O_2 (aigüe)	O_2 (chronique)	T x pH	T x O_2	
Taux Métabolique Standard	↗						Daoud *et al*., 2007 ; Dupont-Prinet et al., 2013 ; Hall, 2017 (4 semaines)
Taux Métabolique Standard (1 semaine)	↘						Hall, 2017
Seuil d'oxygène critique	↗						Dupont-Prinet *et al.*, 2013
Période d'inter-mue	↘						Daoud *et al*., 2010
Taux de croissance	↗						Daoud *et al*., 2010
Contenu énergétique	↘						Brillon *et al.*, 2005
Taux Métabolique Standard		↘					Hammer et Pedersen, 2013
Capacité de régulation du pH		≈					Hammer et Pedersen, 2013
Taux d'excrétion d'ammoniac		↗					Hammer et Pedersen, 2013
Taux Métabolique Standard			≈				Dupont-Prinet *et al.*, 2013

Taux Métabolique Maximal			↘				Dupont-Prinet *et al.*, 2013
Registre aérobie			↘				Dupont-Prinet *et al.*, 2013
Activité enzymatique			≈				Dupont-Prinet *et al.*, 2013 ; Pillet, 2013
Activité enzymatique				≈			Pillet *et al.*, 2016
Taux Métabolique Standard			≈				Hall, 2017
Taux Métabolique Standard						≈	Hall, 2017
Survie					↘		Dupont *et al.*, 2014

La structure génétique de la crevette nordique montre qu'il existe plusieurs populations à l'échelle régionale (des centaines à des milliers de kilomètres). A l'échelle locale (des dizaines de kilomètres) la variabilité génétique est élevée, notamment dans l'Atlantique nord-est (Rasmussen et al., 1993 ; Drengstig et al., 2000 ; Martinez et al., 1997). Une portion de la diversité génétique est expliquée par les distances géographiques, mais les caractéristiques océanographiques, en particulier les différents paramètres physico-chimiques (Knutsen et al., 2015), semblent agir comme barrière à la connectivité et expliquer une portion majeure de telle diversité (Jorde et al., 2015). À l'échelle de l'Estuaire et du golfe du Saint-Laurent, la structure génétique de la crevette nordique n'est pas encore connue, mais en cours de caractérisation par les équipes de Pêches et Océans Canada.

L'habitat de la crevette nordique le long de la côte est du Canada (atlantique nord-ouest) présente des conditions physico-chimiques contrastées à l'échelle locale. Les crevettes de tous les sites sont présentes à la température de 2 °C, mais avec des gammes d'abondance variables. De plus, pour ce qui est de l'Estuaire du Saint-Laurent, les crevettes vivent en moyenne à une température plus élevée qu'ailleurs dans le golfe, avec des températures environnementales récurrentes de 6 °C (Figure 1). Dans l'estuaire la respiration bactérienne des eaux profondes contribue à maintenir des niveaux bas d'oxygène dissous créant des zones hypoxiques (Gilbert et al., 2005) ayant pour cause la diminution du pH des eaux profondes : de 0.2 à 0.3 unités pH depuis 75 ans (Mucci et al., 2011)

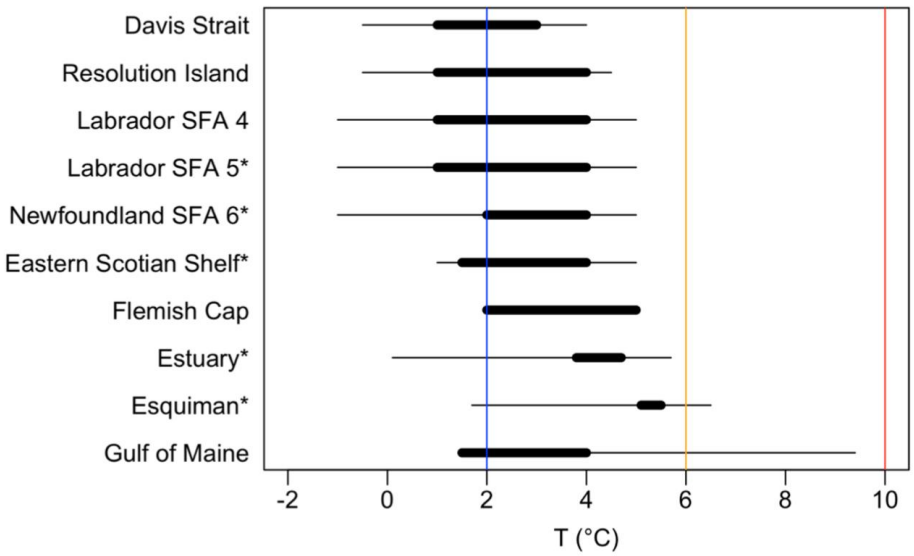


Figure 1 : Gamme de températures (lignes fines) et températures associées aux plus grandes abondances (lignes épaisses) pour plusieurs populations de crevette nordique des eaux profondes de l'Atlantique Nord-Ouest. Les crevettes peuvent être trouvées à 2 °C à tous les endroits. 6 et 10 °C représentent les deux scénarios de réchauffement qui ont été retenus pour le projet.

A ce jour, malgré quelques travaux expérimentaux s'intéressant à la tolérance/sensibilité de *P. borealis* à des facteurs de stress du changement global simples ou combinés, il manque encore un travail exhaustif multifactoriel, intégrant plusieurs populations et différents niveaux biologiques. En outre, aucun travail de modélisation biogéographique complet (à l'échelle de la totalité de l'aire de distribution de l'espèce) n'a encore été développé. Les seuls exemples d'exercices de modélisation sont ceux de Le Corre et al. (2021), qui a développé un modèle régional de distribution larvaire de *P. borealis* sur les plateaux continentaux de Terre-Neuve-et-Labrador. Ainsi, dans un contexte socio-économique Wilson et al. (2020), sont les seuls à avoir examiné les impacts de l'acidification des océans et des changements climatiques sur plusieurs éléments pêchés (y compris *P. borealis*), mais sans utiliser les informations sur plusieurs populations.

3.2 Le concept de système socio-écologique autour de la pêche à la crevette pour mieux intégrer les effets des changements climatiques et globaux avec une vision intersectorielle.

Les systèmes socio-écologiques, cadre théorique appelé généralement SES (*Social-Ecological Systems*), sont centraux dans ce projet de recherche et visent à mettre en relation les dimensions sociales et écologiques de la pêche à la crevette pour les communautés de l'Est-du-Québec. La diminution des ressources halieutiques liée aux changements globaux est une réalité bien ancrée et plusieurs chercheurs sonnent l'alarme depuis plus d'une décennie. D'ailleurs, un des principaux problèmes à l'échelle mondiale est, selon Ostrom (2009 : 419), la perte de potentiel de plusieurs ressources naturelles, comme les pêcheries et la forêt. Selon Folke (2007 : 14), les chercheurs et scientifiques ont besoin de « meilleures cartes » pour comprendre la dynamique des écosystèmes et les impacts anthropiques. Les Social-Ecological Systems représentent un exemple de « meilleures cartes » pouvant être utilisées pour mieux comprendre la dynamique homme-nature.

Ostrom (2009 : 420, dans Alberio & Lucia, 2020 : 101) propose une représentation quadripartite de ces systèmes socio-écologiques : les « ressource systems », « ressource units », « gouvernance systems » et les « users » (voir figure 2). En ce sens, les SES représentent un système combiné, composé d'éléments humains et non humains situés dans un contexte spatial spécifique (Alberio & Lucia, 2020), définition que l'on retrouve aussi chez Halliday et Glaser (2011 : 2) : « As a working definition, a social-ecological system can be considered as a system composed of organized assemblages of humans and non-human life forms in a spatially determined geophysical setting ».

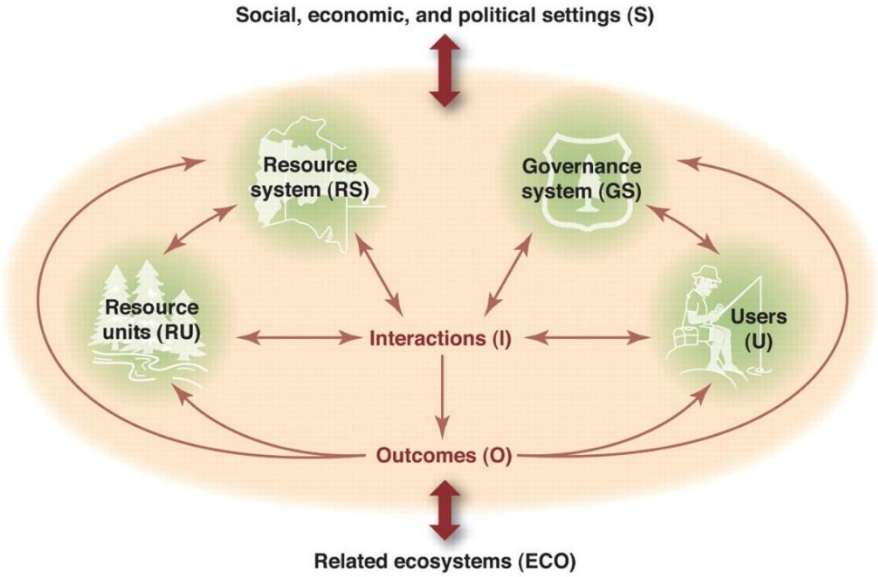


Figure 2 : Représentation quadripartite des systèmes socio-écologiques, tirée de Ostrom (2009).

En prenant l'exemple de la pêche, Ostrom nous explique que dans un système socio-écologique complexe, « subsystems such as a resource system (e.g., a coastal fishery), resource units (lobsters), user (fishers), and governance systems (organizations and rules that govern fishing on that coast) are relatively separable but interact to produce outcomes at the SES level, which in turn feed back to affect these subsystems and their components, as well other larger or smaller SESs » (Ostrom, 2009 : 419). Halliday et Glaser soulignent également que les problèmes sociaux et environnementaux auxquels notre planète fait face sont à la fois des problèmes systémiques et des problèmes de gestion qui doivent être abordés avec une approche multidisicplinaire : « They are systemic because they arise from deep-rooted, complex, interrelated processes that operate across and between different scales from global to local. They cannot be understood by separating them out for analysis by single academic disciplines » (2011 : 1). Les SES combinent les notions d'écosystèmes et de société. Ce cadre théorique constitue, pour Virapongse et al. (2016 : 84), une nouvelle approche de gestion des ressources et de l'environnement dans l'optique de comprendre les interactions complexes entre la société et les écosystèmes (Berkes et al., 2003, dans Virapongse et al., 2016 : 84). Les SES sont, pour Virapongse et al. (2016 : 84), une redéfinition de la gouvernance et créent une nouvelle culture pour la gestion environnementale, le tout grâce à une approche transdisciplinaire. En adoptant des approches telles que le co-développement des savoirs ou encore l'engagement des parties prenantes, le cadre des SES

permet de faire le pont entre les connaissances scientifiques et la prise de décisions et aide ainsi la gestion environnementale à surmonter les défis auxquels elle fait face (Virapongse et al., 2016 : 89-90).

Haberl et al. (2003 : 201) définissent les SES comme un système où la société est en interaction avec son environnement. Ils indiquent que la société n'est pas un sous-système constituant du cadre théorique, mais bien une partie prenante de son propre environnement naturel (Haberl et al., 2003 : 201). La société est un système culturel comprenant une population définie, des infrastructures, des bâtiments, des machines et des ressources (Haberl et al., 2003 : 201). Le système social est défini, pour Haberl et al. (2003 : 201) comme les structures biophysiques de la société. Pour eux, le social est dépendant de ce que la nature lui fournit et ils affirment qu'il est important de connaître les propriétés des écosystèmes, ainsi que de comprendre les structures biophysiques de la société (Haberl et al. 2003 : 200). Folke (2006 : 253) introduit quant à lui le concept de résilience au cadre théorique des SES, non pas afin de démontrer que l'homme fait face à des « chocs », mais bien afin de définir des capacités de « renouvellement, de réorganisation et de développement ». Le concept de résilience du cadre théorique des SES « incorpore » la notion d'adaptation, d'apprentissage et d'auto-organisation à l'habilité générale de résister aux perturbations (Folke et al., 2006 : 259).

3.3 Adaptation et innovation : des stratégies au service de la résilience

Cette recherche questionne justement les dynamiques d'adaptation à l'œuvre dans les pêches à la crevette nordique de l'Est-du-Québec dans un contexte de changements globaux. Il s'agit de comprendre et caractériser les pratiques et les processus innovants mis en œuvre par les acteurs privés et communautaires de cette industrie afin de s'adapter à ce nouveau contexte de raréfaction de la ressource, qui est potentiellement liée aux changements globaux. Comme évoqué en introduction, on entend par changements globaux les transformations multidimensionnelles subies par le système terrestre en raison de l'activité humaine. Ils incluent, sans toutefois s'y limiter, les changements climatiques : « A profound transformation of Earth's environment [...], owing not to the great forces of nature or to extraterrestrial sources but to the numbers and activities of people » (Steffen et al., 2004 : 2). Ces transformations impliquent également une condition de vulnérabilité environnementale et par conséquent sociale. De ce fait, avant d'aborder le cadre conceptuel de l'adaptation et de l'innovation, il nous faut d'abord présenter le concept de vulnérabilité, une condition préalable à la mise en place de stratégies de résilience ; ces dernières étant une réponse à ladite vulnérabilité.

Le concept de vulnérabilité sociale occupe une place importante dans notre recherche. En effet, les changements globaux ont une dimension sociale importante. D'une part parce que les défis liés aux changements globaux peuvent avoir des solutions sociales (en tant que processus d'innovation sociale), mais aussi parce que leurs effets sur les communautés humaines sont influencés par les conditions socio-économiques de ces dernières (Soubirou & Alberio, 2020). La vulnérabilité fait référence à la possibilité de tort causé par un stimulus: « Vulnerability is the degree to which a system, subsystem, or system component is likely to experience harm due to exposure to a hazard, either a perturbation or stress/stressor » (Turner et al., 2003 : 8074). La vulnérabilité dépend de la résilience des systèmes, de leur degré d'exposition aux chocs (ampleur et fréquence) et de leur sensibilité à ces chocs (dimension critique des fonctions affectées). « Consistent throughout the literature is the notion that the vulnerability of any system (at any scale) is reflective of (or a function of) the exposure and sensitivity of that system to hazardous conditions and the ability or capacity or resilience of the system to cope, adapt or recover from the effects of those conditions » (Smit & Wandel, 2006: 286). La vulnérabilité aux

changements globaux a une forte dimension humaine, au-delà de la seule exposition aux changements et aléas environnementaux. L'expression « vulnérabilité sociale » est parfois employée en référence à cette vulnérabilité héritée par exemple des inégalités socio-économiques ou encore des normes juridiques (Soubirou & Alberio, 2020). Ford et Smit (2004 : 392) différencient donc l'approche biophysique de la vulnérabilité d'une perspective davantage sociale. La première considère la vulnérabilité comme étant déterminée par la nature de l'évènement physique auquel le système humain est exposé (probabilité ou fréquence de survenue, étendue de l'exposition et sensibilité du système aux impacts d'un événement en particulier, etc.). La perspective sociale se concentre quant à elle principalement sur les déterminants ou moteurs humains de la vulnérabilité, à savoir les conditions sociales, politiques et économiques rendant l'exposition à l'événement physique non sécuritaire. Cette perspective reconnaît que les dangers ou catastrophes ne sont pas le résultat d'un évènement physique seul, mais aussi des conditions sociales, économiques et culturelles qui contribuent à la dangerosité de l'exposition et à la capacité de gérer lesdits dangers ou catastrophes (Ford & Smit, 2004 : 392).

Le concept d'adaptation fait référence aux processus ou aux actions mis en œuvre par des individus ou des groupes en réaction à une situation nouvelle afin d'en éviter ou d'en limiter les impacts négatifs, ou encore d'en tirer parti : « Adaptation in the context of human dimensions of global change usually refers to a process, action or outcome in a system (household, community, group, sector, region, country) in order for the system to better cope with, manage or adjust to some changing condition, stress, hazard, risk or opportunity » (Smit & Wandel, 2006 : 282, dans Soubirou & Alberio, 2020). L'adaptation aux changements globaux fait donc référence aux activités ou processus intentionnels ayant pour but de mieux faire face ou de tirer parti des effets des changements globaux. Les pratiques d'adaptation visent ainsi à permettre aux individus et aux groupes de poursuivre leur existence, malgré les effets souvent néfastes des changements globaux. L'adaptation des communautés aux changements globaux correspond, dans une certaine mesure, à une augmentation de leur résilience face à ces changements, c'est-à-dire leur capacité à absorber les chocs) : « [The concept of resilience] has been used to characterize a system's ability to bounce back to a reference state after a disturbance [...] and the capacity of a system to maintain certain structures and functions despite disturbance » (Turner et al., 2003 : 8075, dans Soubirou & Alberio, 2020).

Le concept d'innovation fait quant à lui référence au processus par lequel des pratiques s'écartant de la norme sont inventées et adoptées par des individus en vue de résoudre un problème ou d'atteindre leurs aspirations (Schumpeter, 1990 ; Alter, 2000, dans Soubirou & Alberio, 2020). L'innovation est fortement multidimensionnelle. Il peut ainsi s'agir par exemple d'innovation économique, visant à accroître les profits, ou encore d'innovation sociale, visant à répondre à des problèmes ou des besoins liés au bien commun et adoptée par la société (Klein et al., 2014). Ces dernières années, l'innovation sociale a fait l'objet d'une grande attention dans le monde entier, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du débat sur l'innovation en général (McGowan & Westley, 2015; Lévesque et al., 2014; Moulaert et al., 2013; Toye et al., 2006; Mulgan, 2006 dans Soubirou & Alberio, 2020). Des organisations internationales telles que l'OCDE et la Commission européenne ont mis en œuvre plusieurs stratégies basées sur cette notion. Plus précisément, l'innovation sociale peut être comprise comme des solutions à des problèmes que l'État et le marché ne peuvent plus (ou ne veulent plus) résoudre (Klein et al., 2014). L'accent est donc mis sur les relations sociales, les conditions de vie et les disparités de pouvoir (Nicholls et al., 2015 : 2). Par conséquent, l'innovation sociale est un processus d'émancipation, qui augmente la capacité des acteurs sociaux à générer une action collective (Donolo & Fichera, 1988, dans Alberio, 2015) et à instaurer une nouvelle rationalité relationnelle. Plus précisément, l'objectif de l'innovation sociale est

de « répondre à une aspiration, subvenir à un besoin, apporter une solution ou profiter d'une opportunité d'action afin de modifier des relations sociales, de transformer un cadre d'action ou de proposer de nouvelles orientations culturelles » dans le but de contribuer « au mieux-être des individus et des collectivités » (Saucier et al., 2007 : 390). Richez-Battesi et al. (2012) distinguent trois approches de l'innovation sociale : l'innovation sociale comme outil de modernisation des politiques publiques, l'innovation sociale comme outil d'entrepreneuriat social et l'innovation sociale comme système d'innovation territorialisé, inclusif et participatif. Dans cette troisième approche (Klein & Harrison, 2010; Dacin et al., 2010; Hillier et al., 2004), l'innovation sociale fait partie de systèmes d'innovation localisés qui donnent lieu à des expérimentations dans des contextes politiques, sociaux et culturels spécifiques (Soubirou & Alberio, 2020).

4. Méthodologie / données

4.1 Volet 1. Effets des changements climatiques et globaux et déplacement géographique de la crevette nordique

Tâche 1.1 : Déterminer les impacts de différents niveaux de température élevé, bas pH/pCO_2 élevé et de basse concentration en oxygène de l'eau de mer sur la survie, la croissance, le métabolisme, les réserves énergétiques et le stress oxydatif de différentes populations de crevette nordique.

Échantillonnage : Dans le but d'obtenir une vision intégrative des effets multifactoriels induits par les changements globaux, quatre populations de crevette nordique ont été choisies le long d'un gradient latitudinal (Estuaire maritime du Saint-Laurent, nord-est du plateau néo-écossais, nord-est de Terre-Neuve et sud-est du Labrador, figure 3). Suite à leur échantillonnage par bateau ou casier, ces crevettes ont rapidement été ramenées par camion et transférées dans le système expérimental de l'Institut Maurice Lamontagne (Mont- Joli, QC). Les crevettes sont restées en bassin d'acclimatation cinq à sept semaines avant le début des expériences recréant différents scénarios de changements climatiques et globaux.

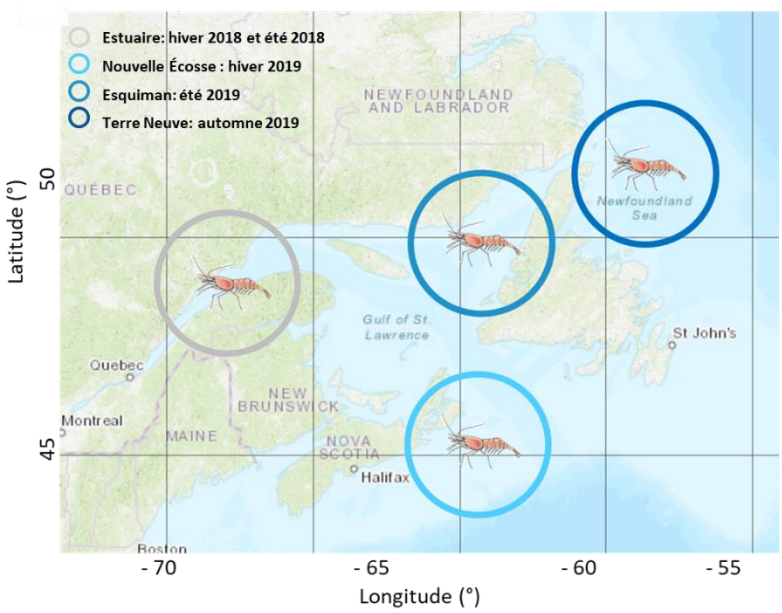


Figure 3 : Carte des régions d'échantillonnage des quatre populations de crevettes ciblées pour mener les expériences de laboratoire dans le cadre du projet. Des raisons logistiques ont contraint les échantillonnages dans le temps qui n'ont pas tous pu avoir lieu à la même saison.

Plan expérimental : Les crevettes issues des différentes populations ont été exposées durant un mois à différents scénarios simulant les conditions environnementales du fond actuelles et futures (prévues pour 2100 dans le contexte des changements globaux) de l'habitat de cette espèce (Figure 3). La température de 2°C a été utilisée comme contrôle, représentant les conditions actuelles pour la plupart des groupes de crevette (excepté celui de l'estuaire). La température de 6 °C représente le scénario de réchauffement pour les sites de Nouvelle-Écosse, de Terre-Neuve et de Labrador (augmentation de 4 °C prévue par le GIEC en 2100, RCP 8.5 ; IPCC, 2013) et le « contrôle » pour le site de l'Estuaire du Saint-Laurent où l'eau de mer profonde varie entre 4 et 6 °C. Enfin, 10 °C représente le scénario de réchauffement pour le site de l'Estuaire du Saint-Laurent. Chaque température a été croisée avec un niveau de pH : 7.75 (le pH actuel au fond de l'Estuaire du Saint-Laurent, Mucci et al., 2011) et 7.40 (soit la diminution moyenne de 0,3 unité que prévoit le GIEC d'ici 2100 ; IPCC, 2013). Comme seul l'Estuaire du Saint-Laurent est soumis à des conditions hypoxiques des eaux profondes, seules les crevettes provenant de ce site ont été exposées à des conditions expérimentales hypoxiques en combinaison aux traitements de contrôle et de réchauffement et bas pH (figure 4). La valeur de 30 % de saturation d'oxygène dissous a été choisie en accord avec l'étude de Dupont-Prinet et collègues (2013) selon qui cette valeur représente la condition hypoxique pour la crevette nordique.

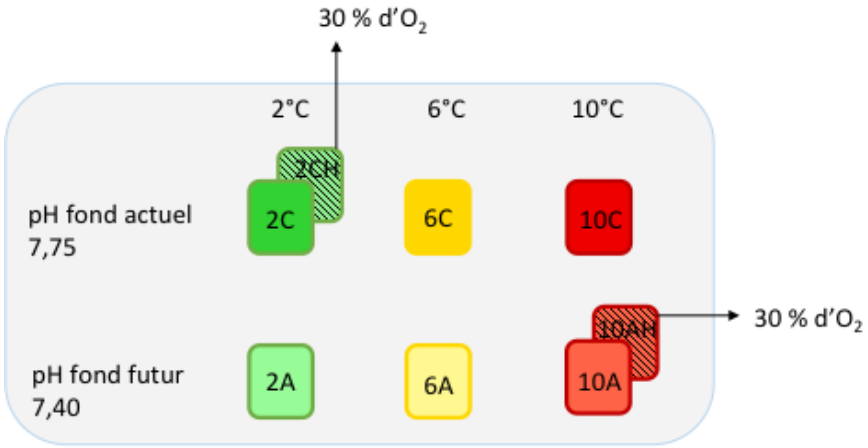


Figure 4 : Plan expérimental utilisé pour mesurer les réponses individuelles des crevettes nordiques face à différents scénarios de changements climatiques et globaux. Durée d'exposition : 31 jours.

Mesures biologiques **:** Le taux de survie a été quantifié tout le long de la période d'exposition. À la fin de l'exposition, le taux métabolique de l'organisme entier (en termes de consommation en oxygène) a été calculé en respirométrie intermittente (Svendsen et al. 2016). Les crevettes ont ensuite été mesurées et pesées puis le muscle de la queue a été disséqué et congelé pour pouvoir ensuite analyser sur chaque individu l'activité enzymatique, le stress oxydatif et les profils métabolomiques, lipidomiques (réserves énergétiques) et protéomiques. Ceci permet ensuite de créer un lien entre le fonctionnement de l'organisme et les réponses cellulaires, à travers l'utilisation d'analyses de réseau, mettant en évidence les voies métaboliques impactées. Afin de définir le niveau de sensibilité de l'espèce, les réponses physiologiques et leur niveau de variabilité interindividuelle sont ensuite comparés entre les populations par des analyses statistiques univariées et multivariées. Ci-dessous, les techniques utilisées sont décrites avec plus de détails :

Taux métaboliques (consommation d'O_2): suite à l'exposition des crevettes aux huit traitements et à leur mise à jeun (5 j), cinq individus par bassin (dix par traitement) ont été sélectionnés au hasard pour les mesures du taux métabolique obtenu par respirométrie à flux intermittent. L'évaluation du taux métabolique maximal (TMM, taux métabolique après effort), du taux métabolique standard (TMS, taux métabolique minimal assurant les fonctions vitales) et du registre aérobie (RA) est possible par l'utilisation du protocole de respirométrie habituellement utilisé à l'Institut Maurice Lamontagne par Denis Chabot (Svendsen et al. 2016). La consommation d'oxygène de chaque crevette a été mesurée individuellement à l'aide d'un oxymètre muni d'une fibre optique (Oxy-4 mini, PreSens Precision Sensing GmbH, Regensburg, Allemagne) couplé à une optode à oxygène. Le système de respirométrie fonctionne à l'aide d'une unité d'acquisition de données (Loligo DAQ-M, Loligo Systems apS, Viborg, Danemark) associée au logiciel Autoresp 2™.

Activité enzymatique **:** Afin de caractériser le taux du métabolisme énergétique dans le muscle de crevette nordique face aux changements globaux, l'activité des enzymes impliquées dans les voies métaboliques aérobie et anaérobie a été analysée comme proxy en collaboration avec l'équipe du Prof. Pierre Blier à l'Université du Québec à Rimouski. Les enzymes sélectionnées pour ces analyses sont la citrate synthase (CS), la cytochrome C oxydase (CCO) et le système de transport des électrons (STÉ)

représentatifs du métabolisme aérobie et la lactate déshydrogénase (LDH) représentative du métabolisme anaérobie. Les échantillons préservés à -80 °C suite aux expériences en bassins ont été préparés selon le protocole d'homogénéisation couramment utilisé dans le laboratoire Blier et analysés à l'aide d'un spectrophotomètre et du logiciel CaryWin UV 4.2 utilisant les protocoles modifiés à partir de Thibeault et al. (1997) (pour la CS, la CCO et la LDH) et Lanning et al. (2003) (pour le STÉ). L'activité de chaque enzyme pour chaque individu a été analysée en duplicata assurant une erreur technique maximale de 10 % entre deux réplicats. Le contenu total en protéines est déterminé par la méthode de l'acide bicinchoninique (Smith et al., 1985) à l'aide d'un spectrophotomètre de microplaque UV/VIS afin d'obtenir pour chaque crevette une valeur d'activité enzymatique correspondante à l'unité d'activité g^{-1} de protéines.

Analyses métabolomiques **:** Les profils des métabolites associés au métabolisme aérobie et anaérobie ont été analysés à UQAR par la compagnie Iso-BioKem Inc. en suivant le protocole adapté pour l'analyse de muscle de crevette. Brièvement, les échantillons ont été lyophilisés et homogénéisés. Ensuite, les métabolites ont été extraits à partir des homogénats et ultimement ils ont été analysés à l'aide d'un système de chromatographie en phase liquide (HPLC 1260 Infinity II, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA). Les pics de métabolites ciblés ont été détectés à l'aide d'un détecteur de masse à haute résolution exécuté sur un spectromètre de masse (Massspectrometer 6420 Triple Quad, Agilen Technologies). La quantification absolue de ces métabolites a été évaluée à l'aide du logiciel Mass Hunter 2.0 (Agilent Technologies) en utilisant une courbe de calibration préalablement créée avec des standards pour chaque métabolite ciblé. La concentration de chaque métabolite pour chaque échantillon est en cours d'analyse et sera exportée dans une base de données afin d'exécuter les analyses statistiques.

Analyses lipidomiques : Les profils des lipides du muscle de la crevette nordique ont été analysés en collaboration avec la Dr. Diana Madeira de l'Université de Aveiro (Portugal). Initialement l'analyse était prévue au printemps 2020, mais elle a été reportée au printemps 2021 en raison de la pandémie de COVID-19, et elle a été complétée fin octobre 2021. Pour l'identification des profils lipidomiques, les échantillons ont été préparés suivant le protocole d'extraction et quantification des lipides couramment utilisé dans le laboratoire (Bligh and Dyer,1959 et Bartlett and Lewis, 1970 respectivement). La chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse a été utilisée pour séparer et identifier les lipides. Par la suite, les lipides ont été identifiés à l'aide du logiciel Xcalibur (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA). L'identification a été complétée en août 2021. La concentration de chaque lipide pour chaque échantillon a été exportée dans une base de données afin d'exécuter les analyses statistiques.

Analyses enzymatiques de la fonction antioxydante (stress oxydatif) : Les analyses enzymatiques ont été conduites sous la supervision du Dr. Diana Madeira au centre Ecomare de l'Université d'Aveiro (Portugal) à l'été 2019. D'abord, pour conserver l'intégrité des échantillons à travers les différentes analyses, chacun d'entre eux a été divisé en deux sous-échantillons puis homogénéisé dans une solution tampon et de phosphate salin (PBS). Ils ont ensuite été centrifugés, afin de permettre la conservation au -80 °C du surnageant contenant les protéines ciblées pour les différentes analyses. Le taux de protéines totales (Bradford, 1976) a également été quantifié pour chaque échantillon dans le but de normaliser les résultats des analyses enzymatiques. Ces dernières ont été conduites afin de déterminer avec plus de précision l'effet des facteurs de changements globaux sur le stress oxydant. Pour ce faire, cinq biomarqueurs ont été ciblés : la catalase (CAT), le gluthathion-s-transférase (GST), la superoxyde

dismutase (SOD), la peroxydation des lipides (LPO) ainsi que la capacité antioxydante totale (CAT). Ces enzymes ont été évaluées à l'aide de méthodes impliquant la quantification par colorimétrie des réactions obtenues à la suite de la liaison de chaque enzyme avec un substrat spécifique, selon la méthode de Miller et al. (1993) (CAT) ainsi que les méthodes adaptées par Vinagre et al. (2014) (CAT, GST, SOD, LPO). Des ANOVA (R core team, 2020) ont été utilisées afin de comparer les concentrations obtenues pour chacun des biomarqueurs entre les traitements de réchauffement et d'acidification des océans ainsi que d'hypoxie, puis une analyse de la réponse intégrée des biomarqueurs (integrated biomarkers response, IBR) a permis de comparer le stress oxydant global parmi ceux-ci. Finalement, des cartes thermiques (« heatmaps ») ont été produites à l'aide de Metaboanalyst 4.0 pour explorer la structure des données.

Analyses de protéines de stress thermique : Les analyses de protéines de stress thermique devaient être effectuées au printemps et à l'été 2020, mais ont dû être remises en raison de la pandémie de COVID-19. Finalement, les Heat Shock Proteins (HSP70) seront quantifiés au printemps 2021. Celles-ci agissent à titre de 6e biomarqueur du stress oxydant, mais également pour valider les résultats obtenus avec les analyses protéomiques (qui présenteront également la teneur en HSP70 au sein des échantillons – voir aussi « Analyses protéomiques »). Les analyses seront effectuées à l'aide de la méthode immuno-enzymatique ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay), adapté par Madeira et al. (2014). Cette technique permet la quantification par colorimétrie de la réaction obtenue suite à la fixation de deux anticorps et d'un substrat spécifique sur les protéines visées (HSP70). Le même plan d'analyses statistiques utilisé pour les enzymes de la fonction antioxydante sera utilisé pour le HSP70. Ces résultats seront également comparés avec les données issues des analyses protéomiques.

Analyses protéomiques : La pandémie de COVID-19 ayant retardé les analyses protéomiques devant être achevées au printemps et à l'été 2020, celles-ci seront effectuées au printemps 2021 au Center for Neuroscience and Cell Biology de l'Université de Coimbra (Portugal). Pour chaque échantillon, les protéines seront réduites en peptides à travers une série de manipulations. Ils seront alors analysés grâce à la chromatographie en phase liquide à haute performance (LC) couplée à la spectrophotométrie de masse (MS). En effet, la LC permet la séparation des molécules dissoutes dans la solution et ainsi de retirer les molécules pouvant causer de l'interférence dans l'échantillon. Les solutions purifiées passent alors à la MS, qui permet d'évaluer la masse et la charge de chaque peptide injecté dans le système. Il sera alors possible d'identifier et de quantifier chaque peptide, et ainsi les protéines qu'ils forment. Le transcriptome de *P. borealis* ayant été séquencé et annoté par Dr. Geneviève Parent (Institut Maurice-Lamontagne, Ministère Pêches et Océans Canada, Mont-Joli, Québec), il sera ensuite possible de comparer les séquences afin d'identifier les protéines, et ainsi leur attribuer une signification biologique.

Différentes analyses statistiques seront menées afin d'évaluer l'effet des facteurs de changements globaux sur les différentes composantes omiques. Tout d'abord, une analyse des composantes principales (ACP) sera effectuée afin d'associer pour chaque traitement les principales métabolites, lipides et protéines qui y sont retrouvées. Ensuite, une analyse discriminante des moindres carrés partiels (PLS-DA) sera réalisée afin de découvrir quelles protéines contribuent à discriminer les groupes. Une MANOVA sera utilisée dans le but de valider les résultats de l'ACP et du PLS-DA. Ensuite, des heatmaps et un regroupement hiérarchique (utilisant des mesures de corrélation et un lien complet comme algorithme de regroupement) seront utilisés pour évaluer la similarité/dissimilarité des profils protéiques entre les traitements. Finalement, une analyse fonctionnelle sera effectuée pour obtenir un

réseau de métabolites, lipides et protéines décrivant les interactions entre les protéines exprimées, leur signification et le nombre de gènes associés dans les processus biologiques.

Il faut noter que les analyses -omiques n'étaient pas prévues dans le budget du projet financé par Ouranos. Les analyses protéomiques ont pu être réalisées grâce au projet Odyssée St-Laurent du RQM (PI M. Alberio P. Calosi et F. Noisette co-PIs). Les analyses lipidomiques ont pu être réalisées grâce à la collaboration avec l'Université d'Aveiro et la subvention à la Découverte du CRSNG de P Calosi. Enfin, les analyses métabolomiques ont pu être réalisées grâce à la subvention à la Découverte du CRSNG de P Calosi.

Enfin, afin d'acquérir une vision intégrative des voies métaboliques potentiellement affectées par les traitements chez la crevette nordique des «network analyses» seront utilisées sur les données des profils métabolomiques, lipidomiques et protéomiques. Elles permettront de connecter les données -omiques avec résultats acquis sur l'organisme entier.

Tâche 1.2 : Construire une librairie d'échantillons pour de futures études de génomique et transcriptomique pour soutenir l'interprétation des données de la tâche 1.1

Dans cette tâche, notre contribution était de récolter les échantillons de crevettes lors des expériences décrites dans la tâche 1.1 afin de contribuer à construire la librairie d'échantillon nécessaire à caractériser la structure génétique des populations de crevette et à de futures études transcriptomiques. Ces échantillons ont ensuite été transférés au Dr. Geneviève Parent, chercheure au MPO, qui dans le cadre de son projet PANOMICS (dont nous sommes collaborateurs) est en train d'analyser les résultats. Le protocole utilisé dans le projet PANOMICS est en annexe 2 de ce rapport (voir annexe 2). Le Dr. Parents et son équipe ont complété les analyses de relation génétiques et génomiques en utilisant des échantillons de >65 localités entre le Maine au É.U. et l'arctique canadien, incluant les populations ciblées dans notre étude ; ainsi que la caractérisation de réponses transcriptomiques de crevettes exposés à différentes conditions expérimentales pendant nos expériences.

Tâche 1.3 : Déterminer à travers la modélisation biogéographique les potentiels déplacements géographiques et changements d'abondance des populations le long du gradient latitudinal.

Un « modèle d'enveloppe bioclimatique dynamique » (Dynamic Bioclimate Envelope Model - DBEM, Cheung et al. 2008) a été sélectionné afin de nous informer sur les conditions biophysiques sous-jacentes aux éventuels changements dans le potentiel de capture de *P. borealis*. Celui-ci intègre les réponses écophysiologiques et biogéographiques des espèces aux changements de conditions environnementales (incluant le réchauffement, l'acidification et la désoxygénation des océans) afin de prédire les distributions futures des espèces. Suite à son développement, le DBEM a été modifié puis mis à jour (Cheung et al. 2011, Cheung et al. 2016, Tai et al. 2018).

Le DBEM utilise les résultats des modèles de système terrestre comme moteurs environnementaux afin de prévoir les changements spatiaux et temporels dans la distribution des espèces, l'abondance, le potentiel de capture et la taille corporelle moyenne. Il intègre les hypothèses de « tolérance thermique limitée par l'oxygène et la capacité physiologique » (Oxygen- and Capacity-Limited Thermal Tolerance – OCLTT) (Pörtner et al. 2009) et d'approvisionnement en oxygène des branchies (Pauly & Cheung 2017)

pour estimer les impacts des facteurs environnementaux sur les taux de mortalité et la croissance somatique. Les résultats du modèle utilisés ici intègrent les impacts de l'acidification des océans sur la survie et la croissance (par le biais des taux métaboliques) des crevettes. Nous avons paramétré le modèle avec des données expérimentales sur la survie et les taux métaboliques en cas de réchauffement et d'acidification des océans de quatre populations différentes de *P. borealis* du Canada Atlantique (résultats issus de la tâche 1.1). Les résultats du modèle ont été structurés en abondances annuelles, potentiels de capture et tailles corporelles moyennes pour chaque population de chacune des cellules d'une grille globale de 0,5° de latitude par 0,5° de longitude pour la période de 1950 à 2100. Ils ont été produits pour deux scénarios RCP (Representative Concentration Pathway) pour les futures émissions de CO_2 (RCP2.6 - "émissions de CO_2 fortement atténuées" et RCP8.5 - "émissions de CO2 dans des conditions normales"), en utilisant trois modèles climatiques distincts (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (GFDL-ESM), Centre de modélisation du climat de l'Institut Pierre Simon Laplace (IPSL-ESM) et Institut Max Planck de météorologie (MPI-ESM)).

La manipulation des données a été effectuée à l'aide de R v 3.3.0 (R Core Team 2017). Initialement, les jeux de données ont été géographiquement contraints, afin de n'inclure que les données des cellules de la grille correspondant aux zones de gestion de l'Atlantique Canadien pour *P. borealis*. Nous avons calculé des moyennes sur 20 ans pour chaque décennie (par exemple, pour l'année 2000, les valeurs ont été moyennées de 1991 à 2010) afin d'homogénéiser la variabilité interannuelle à partir des projections du modèle climatique (Cheung et al. 2010). Les valeurs moyennes des résultats de chacun des trois modèles du système terrestre sélectionnés ont été utilisées pour limiter l'incertitude entourant la variabilité du modèle. Les valeurs du potentiel de capture ont ensuite été additionnées dans les zones de gestion de Pêches et Océans Canada (DFO-MPO) pour chaque décennie. Pour prévoir les futurs débarquements, ceux déclarés par le MPO pour la période 1991-2010 ont été multipliés par le changement relatif indiqué par les résultats du DBEM. L'an 2000 a été utilisé comme année de référence pour évaluer l'évolution future des débarquements potentiels. L'évolution relative de l'abondance, du potentiel de capture modélisé et de la taille corporelle moyenne a été calculée pour chaque zone de gestion, ainsi que pour l'ensemble de la région du Canada Atlantique. Deux étapes temporelles, représentant le milieu et la fin du 21ème siècle (2050 et 2090, respectivement) ont été sélectionnées comme points d'aboutissement pour l'évaluation des changements dans les débarquements. Pour déterminer l'étendue du chevauchement géographique entre les modèles paramétrés avec les données de différentes populations de *P. borealis*, nous avons calculé les valeurs moyennes de l'abondance au cours de la période 1991-2010. Des cartes binaires ont été calculées après application de trois seuils fixes aux percentiles 0.1, 0.5 et 0.7 pour chaque ensemble de données. Les valeurs prédites de l'abondance relative en dessous des valeurs seuil ont été fixées à 0. Nous avons mesuré le chevauchement potentiel entre les distributions de chaque population en utilisant les mesures de similarité de niche du D de Schoener (Rödder & Engler 2011), du I de Hellinger (Warren et al. 2008) et le coefficient de corrélation de Spearman entre deux « rasters » (Warren et al. 2019).

Tâche 1.4 : Déterminer les impacts des changements globaux sur la qualité nutritionnelle et sensorielle (goût, odeur, texture, visuel) des crevettes nordiques.

Le plan expérimental utilisé pour cette tâche 1.4 est identique à celui présenté pour la tâche 1.1. Cependant, les analyses nutritionnelles et sensorielles n'ont été réalisées que pour la population de crevettes de l'Estuaire.

Ce travail a été mené par Mathilde Chemel dans le cadre de son projet de maîtrise. La méthodologie détaillée est disponible dans le mémoire de maîtrise de Mathilde : http://semaphore.uqar.ca/id/eprint/1640/1/Mathilde_Chemel_juillet2019.pdf ou dans l'article publié issu de son travail https://www.researchgate.net/publication/343344029_Good_News_-_Bad_News_Combined_Ocean_Change_Drivers_Decrease_Survival_but_Have_No_Negative_Impact_on_Nutritional_Value_and_Organoleptic_Quality_of_the_Northern_Shrimp.
En résumé, la qualité nutritionnelle a été mesurée en termes d'apport énergétique total déterminé par une bombe calorimétrique, mais également par la caractérisation des concentrations en minéraux essentiels contenus dans la chair de la crevette.

La qualité sensorielle, aussi appelée organoleptique a été évaluée sur les crevettes issues de certaines conditions expérimentales (contrôles et acidifiées), par un panel entraîné de chez Merinov. La dizaine de panélistes entraînés à déguster des crevettes nordiques ayant participé à l'exercice a déterminé un score sur une échelle hédonique pour l'odeur, la texture, l'apparence et le goût.

4.2 Volet 2 : Retombées socio-économiques des effets des changements climatiques et globaux sur la pêcherie de crevette nordique

Notre recherche a été menée de façon multi-située auprès de plusieurs communautés en Gaspésie, au Bas-Saint-Laurent et sur la Côte-Nord (plus particulièrement dans les régions de Gaspé, de Matane et de Sept-Îles) qui exploitent la crevette nordique dans le Golfe et l'Estuaire du Saint-Laurent. Parmi ces communautés on retrouve des allochtones, mais également des nations autochtones (Premières Nations Mi'gmaques de Gespeg et de Gesgapegiag, Première nation Wolastoqiyik Wahsipekuk (anciennement connue sous le nom de « Première Nation Malécite de Viger »), et Première Nation Innue de Uashat-Maliotenam. Nous avons opté pour une approche partenariale dans notre recherche, afin à la fois de l'orienter en fonction des besoins et attentes des acteurs, de discuter collectivement les interprétations des données collectées, mais aussi de restituer au milieu les connaissances produites de manière claire et appropriables. « La recherche partenariale implique l'établissement d'un rapport égalitaire, équitable et d'interdépendance entre les chercheurs et les partenaires ou collaborateurs, ainsi que l'engagement dans un processus de co-construction de l'objet, des objectifs, de la démarche de recherche et des savoirs produits » (Fontan et al., 2018 : 212). Le principal partenaire allochtone de cette recherche est l'ACPG (Association des capitaines-propriétaires de la Gaspésie), quant aux partenaires autochtones, il s'agit de l'AGHAMM (Association de Gestion Halieutique Autochtone Mi'gmaq et Malécite) et des Pêcheries Uapan S.E.C. (appartenant à la communauté Innue de Uashat-Maliotenam). Des ententes écrites (avec l'AGHAMM) ou verbales (avec Pêcheries Uapan) inspirées du Protocole de recherche des Premières Nations au Québec et au Labrador ont été conclues avec les partenaires autochtones de cette recherche.

Une méthodologie commune a été développée pour répondre aux objectifs mentionnés dans les tâches ci-dessous :

- Tâche 2.1 : Mise en perspective de l'état actuel de l'industrie de la crevette nordique. Récolte de données sur le volume économique, les conditions du marché du travail et ses caractéristiques démographiques.
- Tâche 2.2 : Repérer, analyser et comprendre la manière dont les différents opérateurs du secteur (pêcheurs, institutions, gestionnaires, etc.) comprennent et essayent d'intégrer ou de

faire appliquer les enjeux concernant les effets annoncés des changements climatiques et globaux sur l'espèce, ainsi que sur les activités commerciales.

- Tâche 2.4 : Repérer au Québec, au Canada et ailleurs des actions, des pratiques institutionnelles et professionnelles existantes et émergentes, visant à répondre aux enjeux du changement climatique et à leurs effets potentiels sur l'activité de pêche, ainsi que sur les communautés (professionnelle et locale) qui exploitent ces espèces prochainement « menacées ».

Concernant les modalités de collecte de nos données, nous avons mobilisé une méthodologie qualitative basée sur une revue de la littérature et des données statistiques (principalement auprès du MPO et du MAPAQ), et sur l'analyse thématique de discours collectés par entrevues semi-dirigées enregistrées puis transcrites. À travers les entrevues, il s'est agi de récolter des données quant aux représentations que les acteurs interrogés ont à la fois des déterminants du développement des communautés concernées et des effets des changements globaux sur leurs activités. Les grilles d'entretien abordaient ainsi en profondeur les effets de ces changements sur la ressource locale en crevettes nordiques et les conséquences de ces effets sur l'activité de pêche et le développement des communautés. En 2019 et 2020, nous avons rencontré 65 acteurs (allochtones et autochtones) de la filière de la crevette nordique dans l'Est-du-Québec (pêcheurs, gestionnaires de pêche, employés d'usines de transformation, associations, employés des ministères, entreprises d'autres secteurs liés à la pêche, etc.).

Fonctions	Nombre de personnes interrogées
Capitaines, pêcheurs et aide-pêcheurs (volet autochtone)	16
Capitaines, pêcheurs et aide-pêcheurs (volet allochtone)	21
Gestion des pêches (employés des Premières Nations et membres des Conseils élus responsables des pêches)	6
Gestion des pêches (employés des ministères)	6
Transformation (employés des usines)	3
Maintenance des bateaux, services aux acteurs de la capture	5
Autres (OBNL, anciens pêcheurs ou transformateurs, autres organisations)	8

Quoiqu'elles recoupent des thèmes similaires, plusieurs grilles d'entrevue (voir annexe 4) ont été mobilisées afin de pouvoir saisir adéquatement les enjeux spécifiques de gestion des entreprises et de gestion des communautés : pour les acteurs des pêches autochtones, pour les acteurs des pêches non-autochtones, les associations, les gestionnaires et chercheurs, le secteur de la transformation et de la vente, etc.Les verbatims produits à la suite des entrevues semi-dirigées ont été analysés de façon thématique avec l'assistance du logiciel NVivo.

Tâche 2.3 : Prédire les impacts socio-économiques des changements climatiques et globaux sur l'activité de la pêcherie et les communautés côtières par modélisation à l'échelle régionale (indice de sensibilité de l'emploi et capacité d'adaptation de la communauté).

La méthodologie envisagée dans cette tâche était basée sur la modélisation expliquée dans la tâche 1.3 à laquelle auraient été intégrées les données économiques collectées dans la tâche 2.1. Cependant le modèle de pêche à la crevette québécois, avec des zones de pêches assignées en fonction des permis et les débarquements qui ne se font pas forcément aux ports d'attache des crevettiers, ne permet pas de développer la même méthodologie que celle utilisée dans l'article de Fernandes et al. 2017. En effet, dans la méthodologie de Fernandes et al., une diminution locale des stocks est directement reliée à des impacts sur le développement socio-économique d'une zone géographique située en face de la zone de pêche puisque la filière pêche suit un schéma direct, sans intermédiaires. Dans le cas de la pêcherie de crevette, les zones de pêches ne sont pas situées directement en face du lieu de vie des pêcheurs et la centralisation des industries de traitement de la crevette induit un schéma de cause à effet complexe. Une diminution locale d'un stock de pêche n'a pas ainsi des répercussions que sur le tissu économique du lieu de vie du pêcheur, mais ça a également des répercussions sur les usines de transformations qui se trouvent parfois à plusieurs centaines de km du port d'attache. Ces liens complexes mettent en jeu une modélisation beaucoup plus complexe que celle envisagée et qui n'a pas pu être adressée dans le temps du projet.

Durant la réalisation de notre projet, une analyse des impacts socio-économiques du réchauffement et de l'acidification des océans à l'échelle du Canada a été réalisée par Wilson et collaborateurs (2020). De nombreuses pêcheries, y compris celle de la crevette nordique ont été utilisées dans cette étude. Pour nous différencier de ces résultats et considérant la complexité du cadre socio-économique, le développement conceptuel qu'aurait nécessité l'adaptation du modèle socio-économique de base pour les données collectées dans le cadre du projet aurait nécessité une à deux années supplémentaires de travail et le financement de la suite du post-doctorat d'Aura Barria.

4.3. Volet 3 : Aide à l'identification de stratégies d'adaptation et diffusion

Dans un esprit de recherche partenariale, il est important de rappeler que les différentes phases de la recherche (objectifs et questions de recherche, canevas et autres outils de collecte de données, surtout pour le volet social) ont été validées auprès des acteurs du milieu afin de les impliquer dans les décisions relatives au projet de recherche et sa réalisation.

Le troisième volet de ce projet de recherche s'est principalement basé sur le transfert des connaissances scientifiques générées par le projet vers les partenaires du projet, mais également sur une mobilisation des connaissances et savoirs des différents acteurs de la filière crevette (incluant nos partenaires) pour développer des pistes de réflexion sur le devenir de la pêcherie dans le contexte des changements climatiques et globaux.

Tâche 3.1 : Informer les bénéficiaires et les utilisateurs des problèmes et défis auxquels ils devront faire face.
Tâche 3.3 : Présenter aux décideurs politiques, à l'industrie de la transformation ainsi qu'à l'opinion publique la relation existante entre la vulnérabilité de l'espèce, celle de l'industrie de pêche et la vulnérabilité des communautés côtières tout en identifiant des formes d'apprentissage et de partage de nouvelles pratiques.

Nous avons employé différents supports afin de présenter les résultats de nos recherches et d'informer les partenaires du projet des retombées de nos activités de recherche. Les moyens de communication utilisés traditionnellement en recherche scientifique (articles revus par les pairs, communications en congrès scientifiques) ont été additionnés de rapports d'activités auprès des principaux partenaires (ex. rapports Ouranos, comptes rendus auprès de l'AGHAMM) ainsi que notre participation à des forums spécifiques dans lesquels les utilisateurs, gestionnaires et scientifiques se retrouvaient pour discuter des enjeux des changements climatiques et globaux sur les écosystèmes et pêches (ex. Forum Québécois des Sciences de la Mer, forum de l'AGHAMM).

Nous avons également développé des outils de vulgarisation comme des pamphlets informatifs ainsi que des billets de blogs afin de toucher une communauté plus large que les partenaires directs du projet (Tâche 3.3). Différentes activités de vulgarisation ont eu lieu comme un kiosque scientifique durant le colloque de vulgarisation « La nature dans tous ses états » de l'UQAR en 2019. Nous avions pour objectif de développer ce concept de kiosque scientifique dans des activités communautaires comme le Pow Wow de la Première Nation Wolastoqiyik Wahsipekuk à l'été 2020. Nous voulions également mettre en place des interventions dans les écoles durant l'année 2020, mais la plupart des activités envisagées n'ont pu avoir lieu à cause de la COVID-19.

Tâche 3.2 : Proposer, discuter et concevoir en consultation avec les différents acteurs des stratégies de gestion et de conservation à long terme pour répondre aux enjeux des changements climatiques et globaux sur les dimensions économique, territoriale et communautaire de la pêcherie de crevette nordique.

Pour réaliser cette tâche, nous avons souhaité être épaulés par une professionnelle de la mobilisation des connaissances, Pascale Geoffroy de l'entreprise SEKHA. Avec elle, nous avons développé une nouvelle approche de mobilisation des connaissances, basée sur la méthodologie du *design thinking* et de la Théorie U (Massachussetts Institute of Technology). Cette approche de mobilisation des connaissances nous a amenés à concevoir et animer un atelier de mobilisation des connaissances avec nos partenaires (Figure 5), acteurs de la filière crevette au Québec. Toute la démarche utilisée pour mettre en place cet atelier, à travers différentes séances de travail avec les chercheur.e.s du projet et Pascale Geoffroy est détaillée dans le rapport de l'activité en annexe 3.

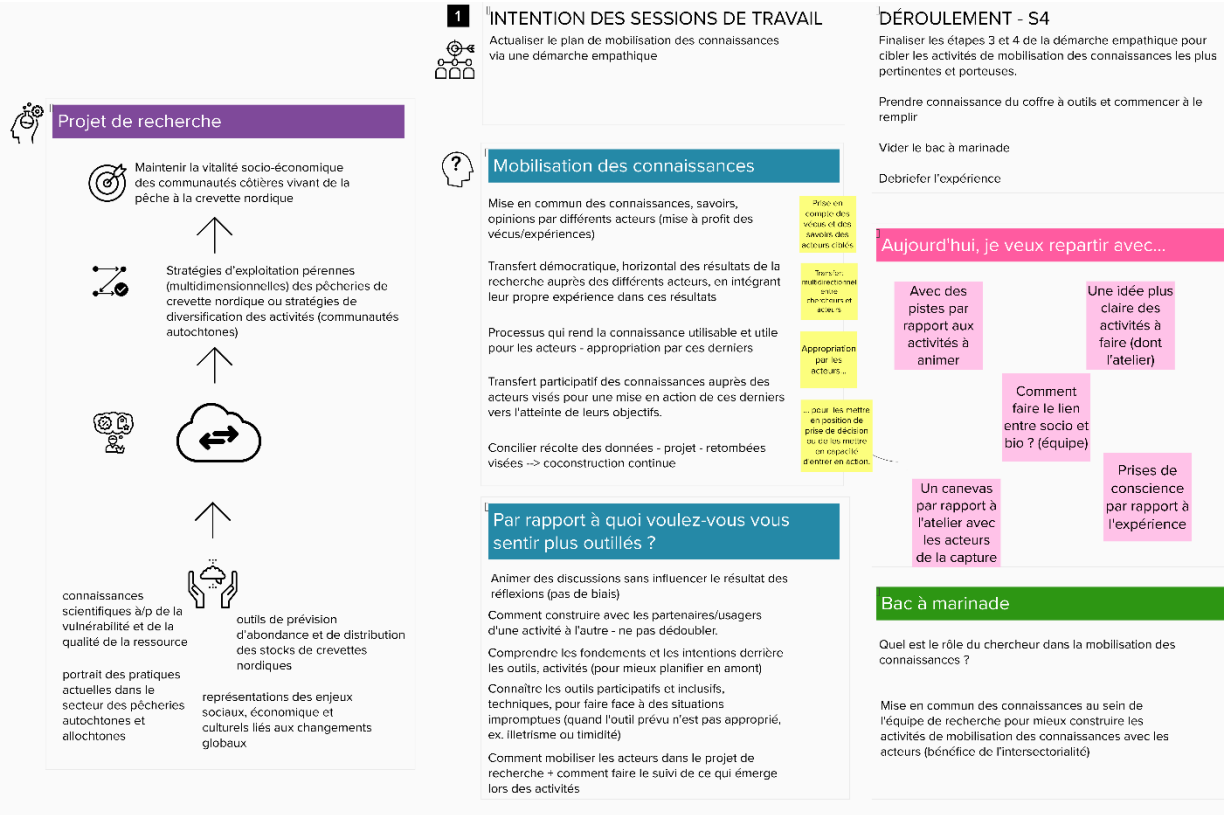


Figure 5 : Extrait de l'outil Mural utilisé pour créer un atelier de mobilisation des connaissances adapté au contexte du projet de recherche. Tout notre cheminement de réflexion sur l'intention de l'atelier, la mise en place de la démarche pour arriver à concrétiser l'intention et le montage logistique de l'atelier ont été pensés et planifiés à travers des séances de travail avec les chercheur.e.s du projet et Pascale Geoffroy (SEKHA).

5. Résultats (pour chaque tâche du projet)

<u>5.1 Tâche 1.1 : Déterminer les impacts de différents niveaux de température et de concentration en oxygène sur la survie, la croissance, le métabolisme, les réserves énergétiques et le stress oxydatif de différentes populations de crevette nordique.</u>

Les résultats présentés dans cette tâche 1.1 sont issus des projets de doctorat d'Ella Guscelli (taux métaboliques, enzymatiques) et de maîtrise de Maude Boissonneault (enzymatique et protéomique)

a. Population de l'Estuaire

Les résultats présentés pour cette partie seront retravaillés à travers d'autres analyses statistiques puis publiés dans l'article en préparation Guscelli et al (2021) qui sera soumis à l'hiver 2022.
La population de l'Estuaire a été soumise au design complet présenté dans la partie méthodologie (Figure 4), à savoir 8 traitements :

- 2C : 2 °C x pH 7.75

- 2CA : 2 °C x pH 7.40
- 2CH : 2 °C x pH 7.75 x 30 % O_2sat
- 4C : 4 °C x pH 7.75
- 4A : 4 °C x pH 7.40
- 10C: 10 °C x pH 7.75
- 10A: 10 °C x pH 7.40
- 10AH: 10 °C x pH 7.40 x 30 % O_2sat

La survie, exprimée en taux de survie c'est-à-dire le pourcentage de crevettes survivantes à la fin de la période d'exposition de 30 jours est présentée en Figure 6 (2 bacs d'élevage par traitement). Les taux de survie sont comparables entre tous les traitements entre 2C, 2CA, 2CH, 4C, 4CA, 10C, avec une survie moyenne de 88 %. Cependant la survie est significativement plus faible pour le traitement combiné à température élevée et à pH bas c'est-à-dire 10A et 10AH (acidifié et hypoxique) pour lesquels la survie moyenne chute à 68 et 37 % respectivement. Il faut noter que la mortalité a été constante tout au long de l'expérience, sauf pour les traitements 10A et 10AH où des mortalités plus élevées ont été observées durant les 2 premières semaines. Il faut quand même souligner que dans la plupart des traitements, la survie est très élevée, ce qui démontre que les expériences ont été réalisées dans des conditions de qualité n'engendrant peu ou pas de stress pour les crevettes.

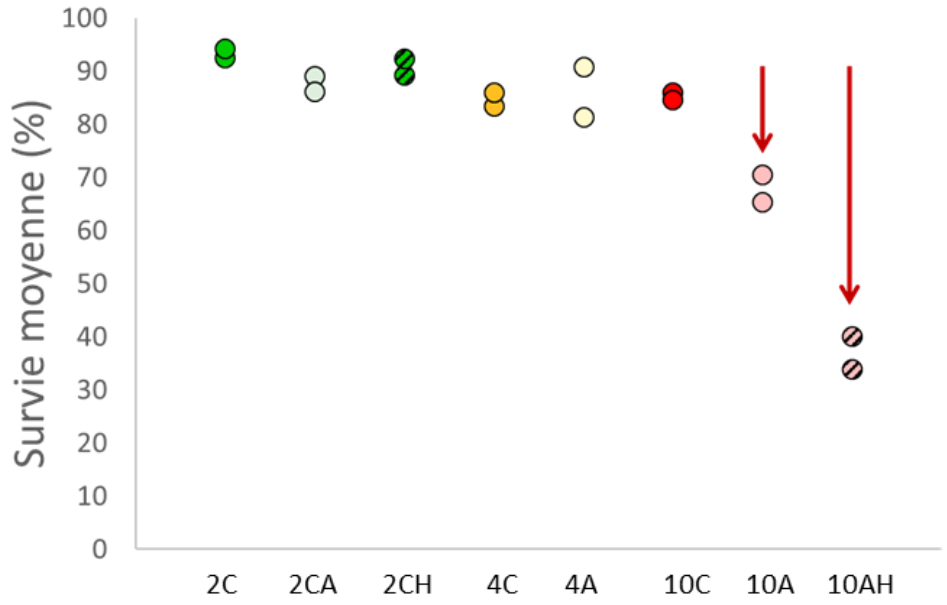


Figure 6 : Taux de survie en % de la population de crevettes de l'Estuaire exposée un mois à différents scénarios de changements globaux.

Le métabolisme standard (SMR) est un proxy de l'énergie nécessaire à la maintenance des fonctions vitales de base d'un organisme. Pour la population de l'Estuaire, le SMR a été analysé en séparant les traitements température*pH (Fig 7 A) et les traitements comprenant des conditions hypoxiques avec leurs contrôles (Fig 7 B). Les résultats de la population de l'Estuaire montrent que la diminution de pH

n'affecte pas de façon significative le SMR, qui augmente uniquement en fonction de la température : il double presque entre les conditions 4 et 10 °C (Fig 7A). Les conditions hypoxiques ne semblent pas non plus impacter le SMR qui est principalement affecté par la température (Fig 7B). Cette réponse d'augmentation du métabolisme en fonction de la température est attendue chez les organismes ectothermes, qui ne régulent pas leur température interne. L'augmentation du métabolisme n'est pas forcément un signe négatif de stress important. Cependant, cette réponse est associée chez les crevettes de l'Estuaire à une diminution de la survie dans les conditions les plus extrêmes (10C, 10A et 10AH) ce qui est un signe indéniable de très fort stress environnemental. En couplant cette mesure aux résultats observés à l'échelle cellulaire, nous pourrons mieux comprendre quels mécanismes sont liés à l'augmentation du SMR dans les conditions de température les plus élevées.

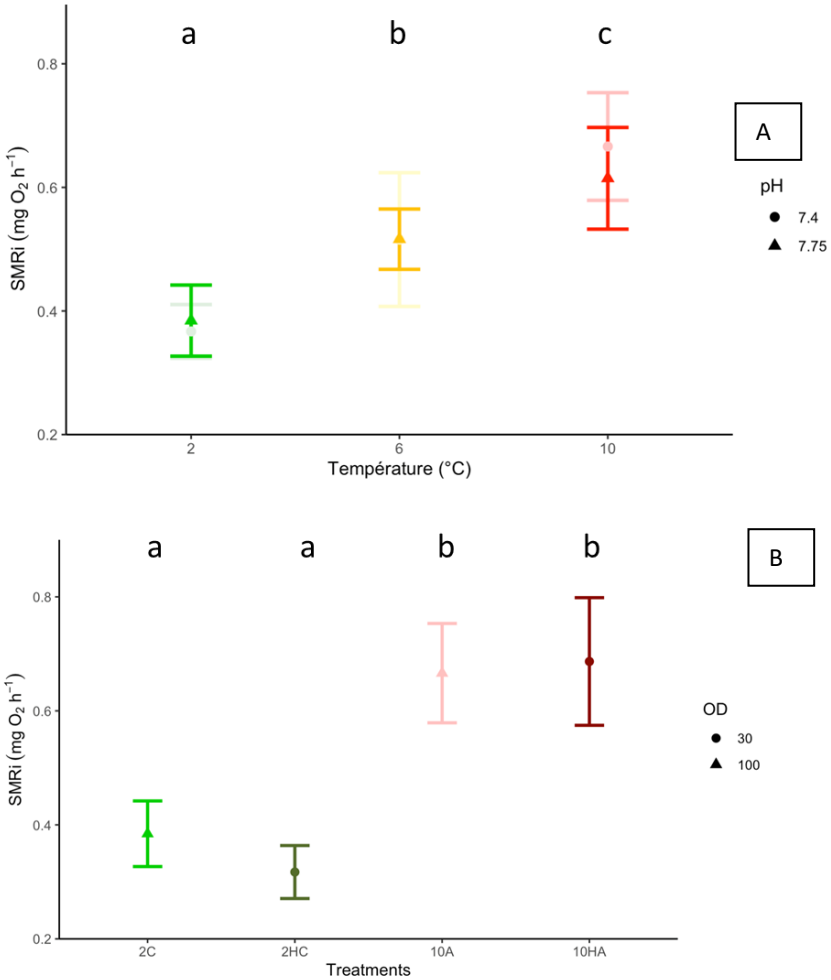


Figure 7 : Métabolisme standard (SMR mg O_2 h^{-1}) de la population de crevettes de l'Estuaire exposées 1 mois à différents scénarios de changements globaux. A : comparaison des scénarios 2C, 2A, 6C, 6A, 10C, 10A. B : comparaison des scénarios 2C, 2HC, 10A et 10AH

Les analyses sur le stress oxydant sur la population de l'estuaire ont démontré que l'activité enzymatique antioxydante est globalement comparable entre les différents traitements, sauf dans le cas de la catalase (CAT, enzyme catalysant la dismutation du peroxyde d'hydrogène en eau et dioxygène) (Tableau 2, Figure 8). Il a été démontré qu'une interaction existe entre les facteurs de réchauffement et d'acidification des océans, puisque la concentration en CAT augmente significativement suite à une exposition à la condition d'acidification des océans, mais seulement lorsqu'exposé à la température la plus basse. Alors que parallèlement, une plus forte activité de la CAT a été observée à température élevée, indépendamment du niveau d'acidification. En conséquence, il est estimé que le réchauffement aurait un effet prédominant sur l'acidification des océans. Aucun impact de l'hypoxie n'a été observé sur la concentration en CAT.

Par contre, la réponse intégrée de biomarqueurs (IBR) suggère cependant que l'acidification des océans aura un impact plus important que le réchauffement des océans sur le stress oxydant global des crevettes (Figure 8). Il est cependant important de constater que la différence entre les IBR est très petite, ce qui confirme que la réponse antioxydante globale est plutôt limitée. L'hypoxie ne semble pas avoir d'impact sur la réponse antioxydante globale chez *P. borealis*.
Finalement, la réponse intégrée des différents biomarqueurs du stress oxydant sous forme de heatmaps semble confirmer que le réchauffement a un effet dominant sur l'acidification des océans et sur l'hypoxie (Figure 9). Ces résultats seront confirmés prochainement avec ceux issus des analyses protéomiques.

Tableau 2. Moyenne (± erreur standard) des traits physiologiques: citrate synthase (CS), cytochrome C oxydase (CCO), système de transport des électrons (ETS), lactate déshydrogénase (LDH), catalase (CAT), glutathion-S-Transférase (GST), superoxyde dismutase (SOD), peroxydation des lipides (LPO) et capacité antioxydante totale (CAT) pour huit traitements combinés de température, pH et oxygène dissous pour le muscle de crevette nordique P. borealis *pour la populaton de l'estuaire.*

Traitement	**2C**	**2A**	**2CH**	**6C**	**6A**	**10C**	**10A**	**10AH**
CS (U g^{-1} prot.)*[1]	6.405 ± 0.45	5.397 ± 0.56	5.344 ± 0.71	6.667 ± 0.71	4.610 ± 0.68	6.098 ± 0.40	5.373 ± 0.78	5.262 ± 0.50
CCO (U g^{-1} prot.)γ	1.931 ± 0.15	1.810 ± 0.19	2.260 ± 0.31	2.269 ± 0.37	1.965 ± 0.25	3.184 ± 0.76	2.888 ± 1.15	3.355 ± 0.67
ETS (U g^{-1} prot.)γ	33.132 ± 2.13	30.825 ± 3.46	33.511 ± 3.38	37.326 ± 4.86	30.976 ± 1.93	36.802 ± 1.86	32.239 ± 2.55	34.709 ± 2.07
LDH (U g^{-1} prot.)	326.842 ± 30.28	365.748 ± 37.07	375.703 ± 38.54	337.778 ± 38.76	323.130 ± 45.02	389.768 ± 33.30	320.924 ± 26.80	398.635 ± 35.98
CAT (µM μg^{-1} prot.)*[2]	29.3e-5 ± 3.22e-5	57.6e-5 ± 6.17e-5	47.0e-5 ± 5.10e-5	49.6e-5 ± 3.76e-5	42.4e-5 ± 6.92e-5	69.2e-5 ± 5.16e-5	59.9e-5 ± 6.78e-5	43.9e-5 ± 5.22e-5
GST (nmol min μg^{-1} prot.)	0.081 ± 0.01	0.114 ± 0.01	0.107 ± 0.01	0.090 ± 0.00	0.066 ± 0.01	0.096 ± 0.01	0.088 ± 0.01	0.068 ± 0.01
SOD (U μg^{-1} prot.)	17.6e-4 ± 3.99e-4	33.6e-4 ± 4.56e-4	20.0e-4 ± 2.29e-4	25.4e-4 ± 1.77e-4	23.6e-4 ± 4.43e-4	25.5e-4 ± 3.20e-4	26.0e-4 ± 2.89e-4	14.1e-4 ± 5.11e-4
LPO (µM μg^{-1} prot.)	6.81e-7 ± 1.40e-7	8.78e-7 ± 2.27e-7	8.98e-7 ± 2.17e-7	5.92e-7 ± 7.95e-8	9.28e-7 ± 1.47e-7	6.17e-7 ± 9.73e-8	5.66e-7 ± 9.91e-8	7.51e-7 ± 1.95e-7
CAT (µM μg^{-1} prot.)	1.21e-5 ± 2.18e-6	1.25e-5 ± 2.84e-6	1.56e-5 ± 2.46e-6	7.16e-6 ± 1.19e-6	1.35e-5 ± 2.92e-6	1.78e-5 ± 1.86e-6	1.22e-5 ± 1.20e-6	1.39e-5 ± 9.85e-7

γ Indique que l'analyse statistique as été performée sur les données Log_{10} transformées.

*[1] Indique une différence significative entre les deux niveaux de pH de chaque température.

*[2] Indique une interaction significative entre les facteurs de pH et de température.

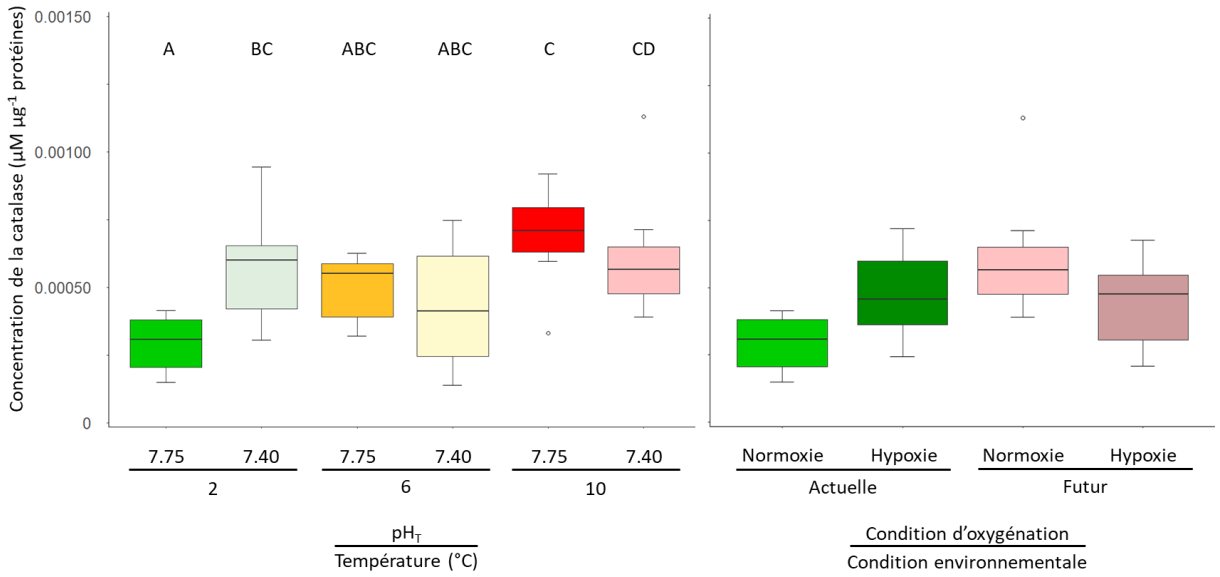


Figure 7. Effet d'une exposition de P. borealis *de la population de l'estuaire (a) à une température élevée et à un faible pH (isolé et combiné) et (b) à un horizon de condition environnementale futur (température élevée et faible pH) et à l'hypoxie, sur la concentration moyenne de catalase (µM*µg de protéines totales-1). Les lettres majuscules indiquent les différences significatives entre les traitements.*

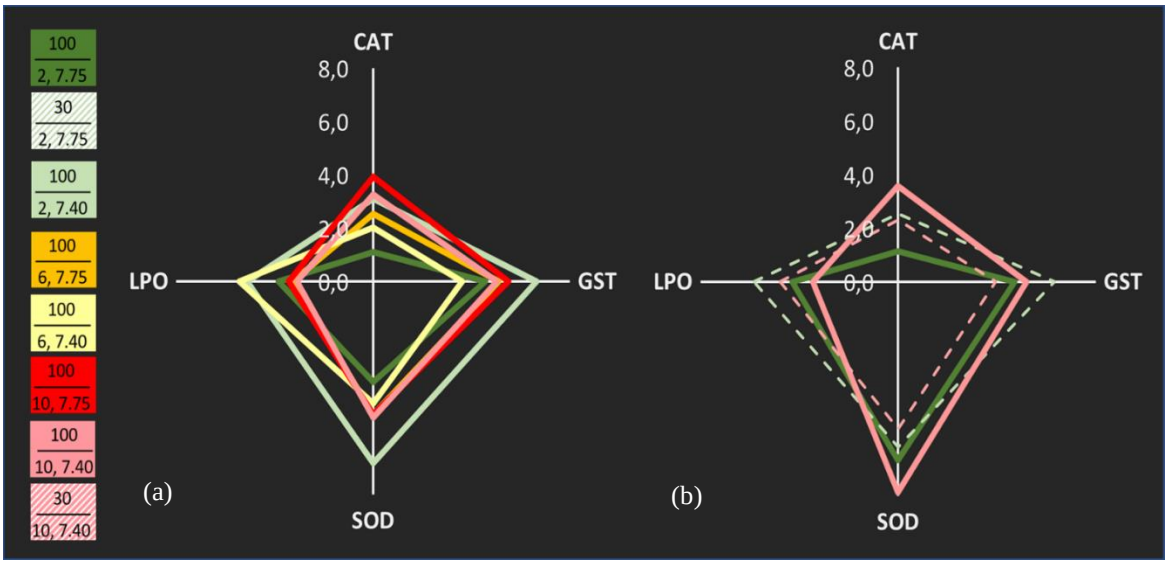


Figure 8. Réponse Intégrée des Biomarqueurs (IBR) des enzymes antioxydants [catalase (CAT), de la glutathion-S-Transférase (GST), de la superoxyde dismutase (SOD) et de la peroxydation des lipides (LPO)] décrivant l'effet d'une exposition de 30 jours sur des femelles de P. borealis *pour la population de l'estuaire (n = 80) (a) à* une *température élevée et à un faible pH (isolé et combiné) et (b) à un horizon environnemental futur (température élevée et faible pH) et à l'hypoxie.*

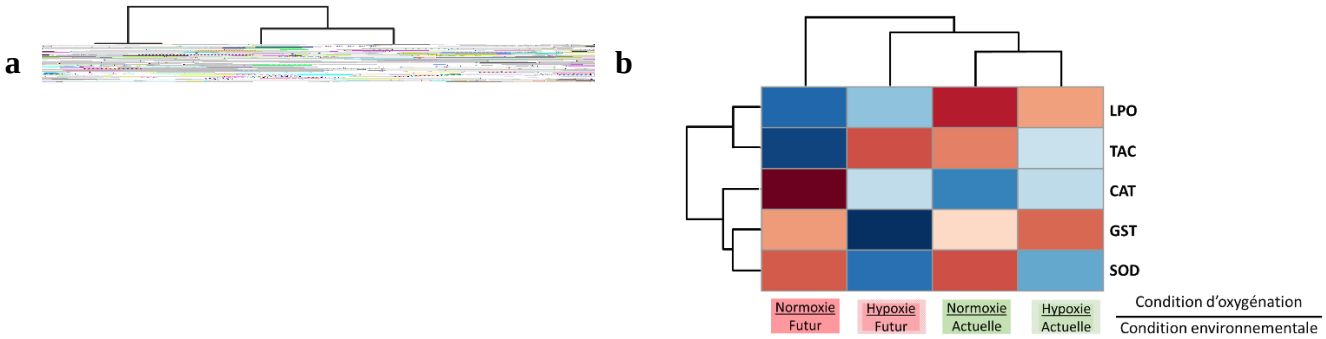


Figure 9. Analyse de regroupement hiérarchique bidirectionnelle des données de biomarqueurs enzymatiques de P. *borealis femelle (n = 80) de la population de l'Estuaire exposée (a) à une température élevée et à un faible pH (isolée et combinée) et (b) à un horizon de condition environnementale futur (température élevée et faible pH) et à l'hypoxie. Chaque cellule de la carte thermique de la matrice de données groupées représente le logarithme de la concentration/activité pour chaque traitement.*

b. Résultats préliminaires sur les autres populations de crevettes

Les populations de Nouvelle-Écosse, de Terre-Neuve et d'Esquiman ont également été exposées à différents scénarios de changements globaux. À cause de problèmes logistiques et de quantité de crevettes pêchées plus faibles que nécessaire pour mener à bien les expériences, nous avons décidé de ne pas reproduire les traitements hypoxiques de la population de l'Estuaire.
Les traitements utilisés sont donc pour ces populations sont (Figure 4) :

- 2C : 2 °C x pH 7.75
- 2CA : 2 °C x pH 7.40
- 4C : 4 °C x pH 7.75
- 4A : 4 °C x pH 7.40
- 10C: 10 °C x pH 7.75
- 10A: 10 °C x pH 7.40

Les survies enregistrées à la fin de chacune des expériences et reportées en % dans la figure 10 montrent que les populations de l'Estuaire et de Nouvelle-Écosse montrent exactement la même réponse avec une diminution de la survie à 70% dans le traitement 10 °C acidifié uniquement. Pour la population d'Esquiman, seule la température affecte la survie avec une diminution graduelle du taux de survie avec l'augmentation de température. Pour Terre Neuve, aucun effet traitement n'a pu être mis en évidence.

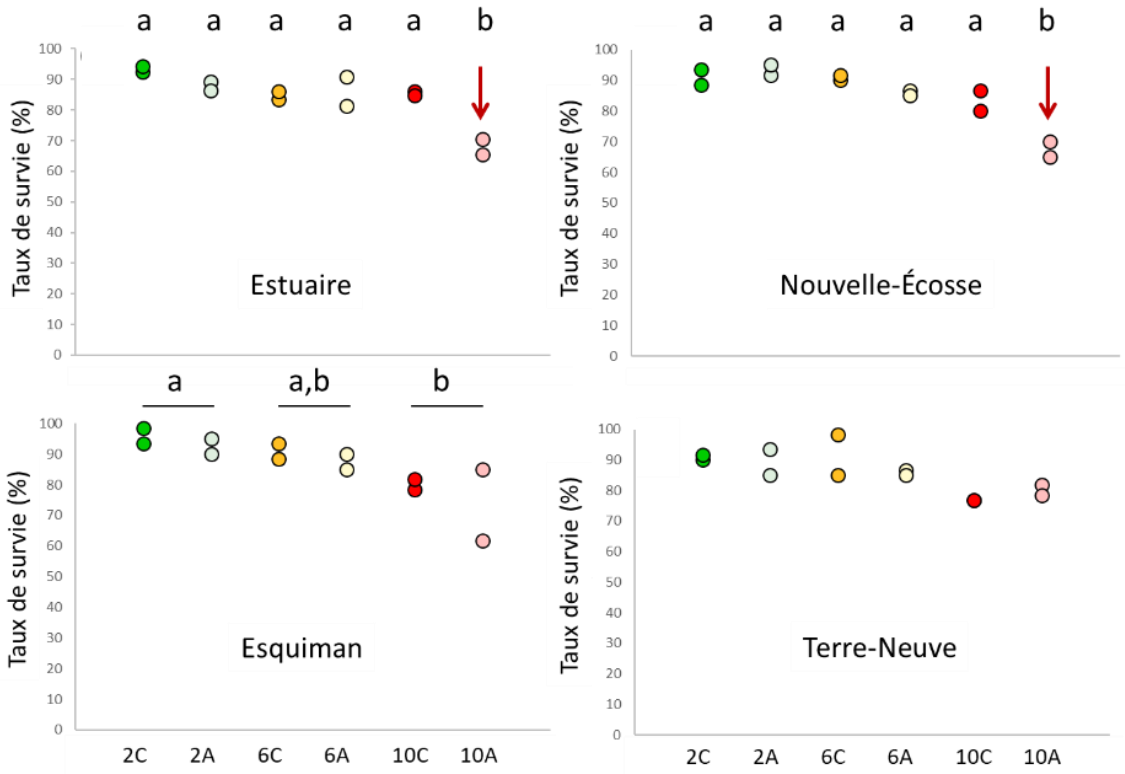


Figure 10 : Effet d'une exposition de P. *borealis à une température élevée et à un faible pH (isolé et combiné) sur le pourcentage de survie moyen à la fin de l'exposition. Les lettres indiquent les différences significatives entre les traitements.*

Pour chacune des populations étudiées, les taux métaboliques standards augmentent de manière significative avec l'augmentation de température (Figure 11). Cependant, aucun effet de l'interaction entre le pH et la température n'a pu être démontré. Seule Esquiman présente des SMR similaires à 6 et 10 °C. Les valeurs sont similaires entre les différentes populations et ne permettent pas de mettre en évidence de différences locales dans les réponses à l'augmentation de la température et la diminution de pH.

Si on met en relation les résultats préliminaires et de survie obtenue pour les différentes populations, l'augmentation de température à 6 °C et la diminution de pH de 0.03 unités ne semble pas engendrer de réponse drastique à l'échelle de l'organisme. C'est uniquement dans les traitements à 10 °C, que le métabolisme augmente très fortement, couplé à une diminution de la survie dans les conditions de bas pH pour trois des quatre populations. Ceci pourrait avoir des conséquences en termes d'abondance dans de tels scénarios climatiques. Cependant, il faut rappeler que 10 °C représente une augmentation de + 6°C (i.e. 8 °C) comparée aux conditions actuelles de la plupart des crevettes du système Saint-Laurent. La population de l'Estuaire est cependant plus susceptible de rencontrer ces conditions avant la fin du siècle à cause du réchauffement plus important de l'Estuaire marin du Saint-Laurent.

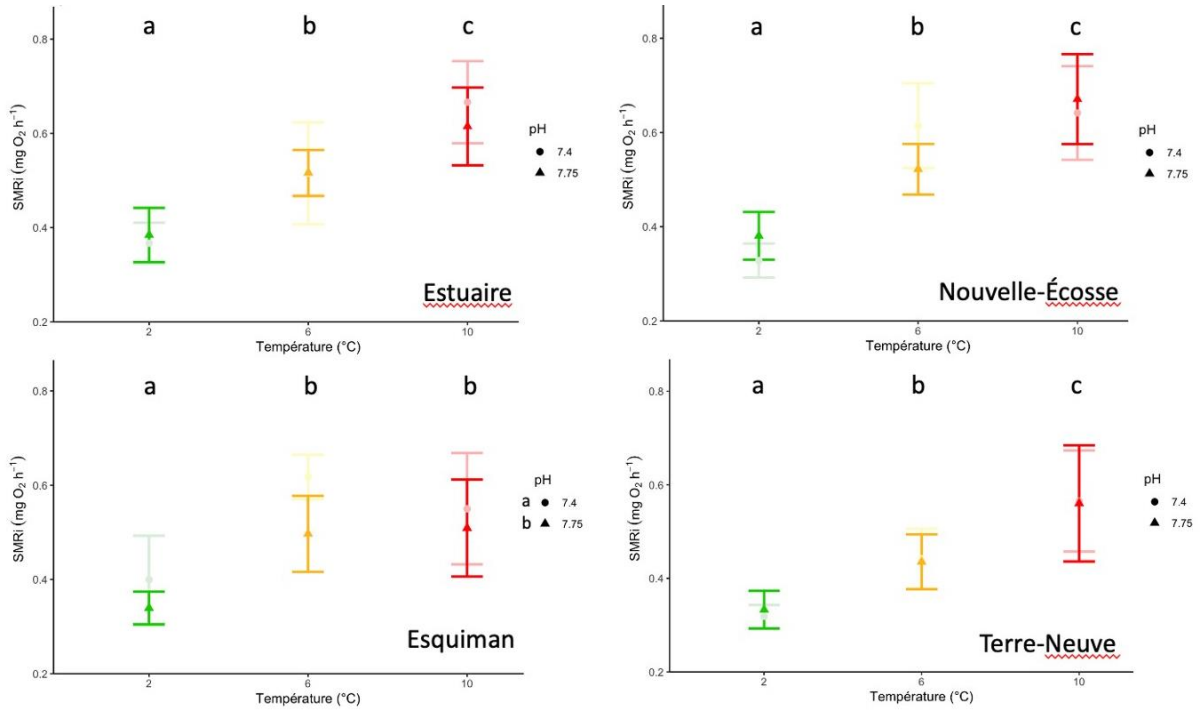


Figure 11 : Effet d'une exposition de P. *borealis à une température élevée et à un faible pH (isolé et combiné) sur le métabolisme standard (SMR; mg O_2 h-1) à la fin de l'exposition. Les lettres indiquent les différences significatives entre les traitements.*

c. Résultats de métabolomique, lipidomique et protéomique

Bien que les échantillons aient tous été prélevés pour les analyses métaboliques, lipidomiques et protéomiques des différentes populations de crevette, la situation COVID-19 a considérablement ralenti les avancées sur ces paramètres. Les échantillons de métabolomique ont été complété en juin 2021 en collaboration avec la compagnie Isobiokem de Rimouski. L'exploitation des résultats est en cours.

Les analyses de lipidomique et protéomique sont faites au Portugal, en collaboration avec Diana Madeira à l'Université d'Algarve. Ella Guscelli et Maude Boissoneault ont dû rentrer d'urgence du Portugal à l'été 2020, à peine arrivées sur place, à cause de l'explosion de cas de COVID-19. Une étudiante a alors été embauchée par P Calosi sur ses fonds de recherche de l'hiver à l'été 2021 pour pouvoir s'occuper des échantillons. Les accès restreints au laboratoire au Portugal, qui se maintiennent encore, ont grandement retardé la réalisation des analyses, bien que la lipidomique vient d'être terminée, et les analyses protéomiques sont en train d'être réalisées.

5.2 Tâche 1.2 : Caractériser la structure génétique des populations étudiées pour soutenir l'interprétation des données de la tâche 1.1 et construire une librairie d'échantillons pour de futures études de génomique et transcriptomique

Afin d'ajouter de la valeur et de la profondeur d'analyse à notre travail, nous avons établi une collaboration fructueuse avec le Dr. Geneviève Parent, et nous l'avons soutenue dans l'obtention d'un financement MPO (projet PANOMICS) pour l'enquête sur la méta-génomique de population et la transcriptomique de la crevette nordique au Québec et l'Est du Canada. En plus de détails, l'ADN et l'ARN des échantillons de crevettes collectées durant les expériences réalisées par Ella Guscelli ont été extraits sur les quatre populations (Estuaire, Nouvelle-Écosse, Esquiman et Terre-Neuve) à l'automne 2019. Les échantillons d'ADN de 30 individus prélevés du terrain par population ont été envoyés pour séquençage à Génome Canada en DD Rad-Seq en mai 2020. Sur la base de résultats de séquençage qui ont été délivrés avec beaucoup de retard et sont encore en cours pour certains échantillons, principalement à cause de difficultés engendrées par la pandémie de covid-19, la structure des populations sera déterminée et rendue disponible par l'équipe du Dr. Parent dans une rencontre programmée pour mai 2021. Cette analyse méta-génomique inclut les quatre populations que nous étudions, ainsi que des populations arctiques et de la Baie de Fundy, pour un total de > 50 populations. Nous avons également fourni les individus nécessaires à produire une représentation du transcriptome de crevettes adultes exposées à des conditions de changements mondiaux uniques et combinés (Table 3). Cela représentera un complément à notre travail physiologique, et sera utilisé pour guider les analyses protéomiques. Cela permettra également d'interpréter les résultats avec une clé évolutive, nécessaire pour bâtir un solide travail scientifique dans le contexte de la sauvegarde de la diversité génétique et fonctionnelle, ainsi que mener un travail pertinent de gestion de ressources naturelles.

Tableau 3. Nombre d'individus utilisés pour le séquençage du transcriptome de référence à partir des expériences de la tâche 1.1. Les individus additionnels pour les traitements pH et température proviennent du chenal Esquiman. Les individus moribonds, nageurs et stables près du fond proviennent de l' Eestuaire du Saint-Laurent. Le genre des individus est identifié comme femelle (F), mâle (M) ou non-défini (U). N = effectif

Treatment	F	M	U	N
2°C pH 7.40*	14			14
2 °C pH 7.75*	24			24
6 °C pH 7.40*	10			10
6 °C pH 7.75*	22			22
10 °C pH 7.40*	9			9
10 °C pH 7.75*	20			20
Hypoxia (2°C, pH 7.75, 30% O_2)	6			6
Moribund			4	4
Swimmer			4	4
Stable at the bottom	4	3		7
Total	109	3	8	120

5.3 Tâche 1.3 : Déterminer à travers la modélisation biogéographique les potentiels déplacements géographiques et changements d'abondance des populations le long du gradient latitudinal.

Dr Aura Barria a commencé un postdoctorat sous la supervision de Piero Calosi en mars 2019. Elle s'est chargée d'adapter à la crevette nordique le modèle que Travis Tai avait développé sur l'exemple des homards, dans l'attente des résultats de notre projet. Les expériences de la tâche 1.1 ont fourni les données nécessaires à la paramétrisation du modèle pour la crevette nordique. Une publication scientifique présentant ces résultats devrait être soumise à l'été 2021.

À la fin de ce siècle (horizon 2100), en considérant toutes les zones de gestion regroupées (Figure 12), nous avons constaté que les changements environnementaux relatifs au réchauffement et à l'acidification de l'océan auront un effet globalement positif sur l'abondance (+ 12 % selon le RCP2.6 et + 48 % selon le RCP8.5 du GIEC) et le potentiel de capture (+ 8 % selon le RCP2.6 et + 32 % selon le RCP8.5), tandis qu'ils auront un effet négatif sur la taille moyenne de la crevette nordique (- 18 % selon le RCP2.6 et - 42 % selon le RCP8.5) (Figure 13). Cependant, en estimant le changement relatif pour chaque zone de gestion d'ici 2090 (2081-2100) par rapport à 2000 (1991-2010), nous avons constaté une augmentation de 32 % (RCP2.6) à 65 % (RCP8.5) pour l'abondance, et de 5 % (RCP2.6) à 40 % (RCP8.5) pour le potentiel de capture à Terre-Neuve-et-Labrador. En revanche, nous avons constaté une diminution de l'abondance et du potentiel de capture dans les zones de gestion du Québec, du Golfe et des Maritimes. Plus précisément, dans les zones du Québec et du Golfe, l'abondance de *P. borealis* diminuera de 10 % (RCP2.6) à 21 % (RCP8.5), et son potentiel de capture diminuera de 10 % dans les deux scénarios climatiques. Dans les Maritimes, l'abondance des crevettes diminuera de 19 % (RCP2.6) à 38 % (RCP8.5), et son potentiel de capture de 20 % (RCP2.6) à 36 % (RCP8.5) d'ici la fin de ce siècle. La taille corporelle moyenne (défini comme poids) des crevettes devrait diminuer du même ordre de grandeur que lorsqu'on l'estime en regroupant toutes les zones de gestion ainsi que pour chaque zone individuellement, soit d'environ 20 % et 40 % d'ici 2090 par rapport à 2000, pour la RCP2.6 et la RCP8.5 respectivement (Figure 13).

Les projections des changements climatiques et globaux sur les abondances (Figure 14) et les captures (Figure 15) futures de *P. borealis* montrent que des changements plus importants sont attendus vers la fin du siècle, et ce dans le cadre du scénario de fortes émissions de carbone (RCP8.5), qui est également le plus plausible. Le modèle indique que la crevette nordique pourrait déplacer sa distribution vers le nord, réduisant sa future biomasse dans les zones de gestion du Québec, du Golfe et des Maritimes. Le changement prévu de la taille moyenne des crevettes devrait être plus important dans les zones de gestion du Québec et du Golfe (Figure 16).

En explorant l'effet du paramétrage du modèle avec les taux métaboliques et de survie de différentes populations dans les sorties du DBEM, nous avons trouvé un chevauchement presque complet des projections effectuées pour chaque population, et ce pour les cartes obtenues avec tous les seuils.

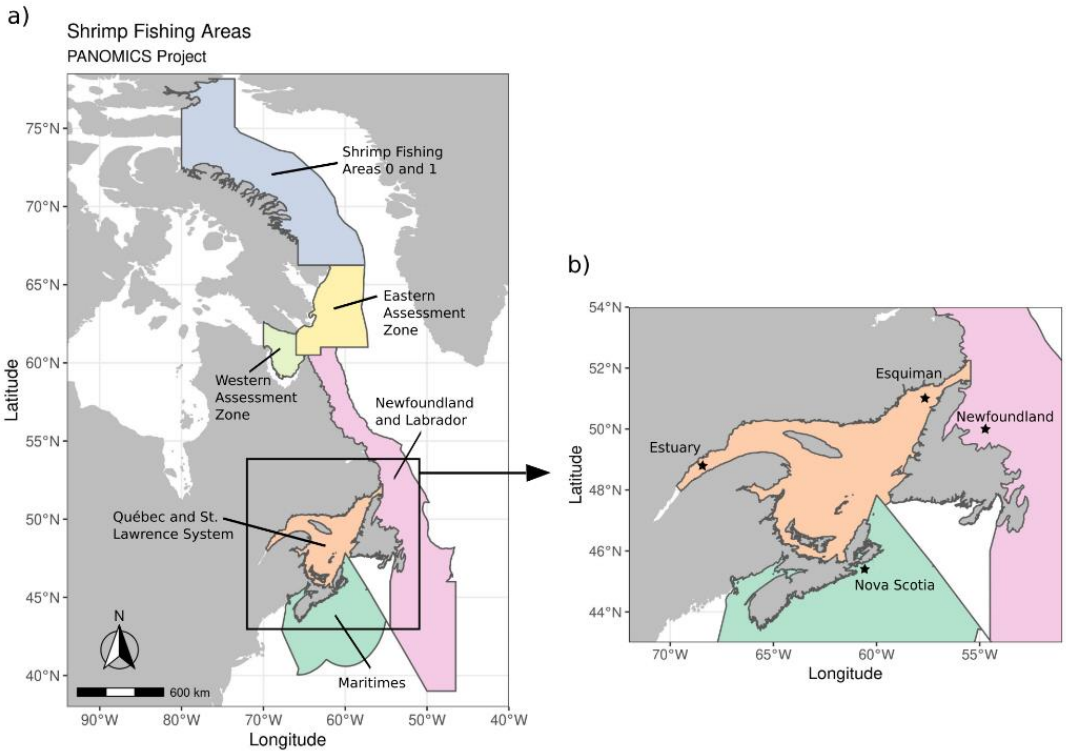


Figure 12 : Carte partielle de (a) l'Est du Canada en ce qui concerne les zones de pêche de l'Organisation des pêches de l'Atlantique du Nord-Ouest (OPANO) avec superposition des zones de gestion du MPO pour P. borealis*. Ici, les zones de gestion du Golfe et du Québec ont été traitées comme une seule unité, (b) populations échantillonnées de* P. borealis*.*

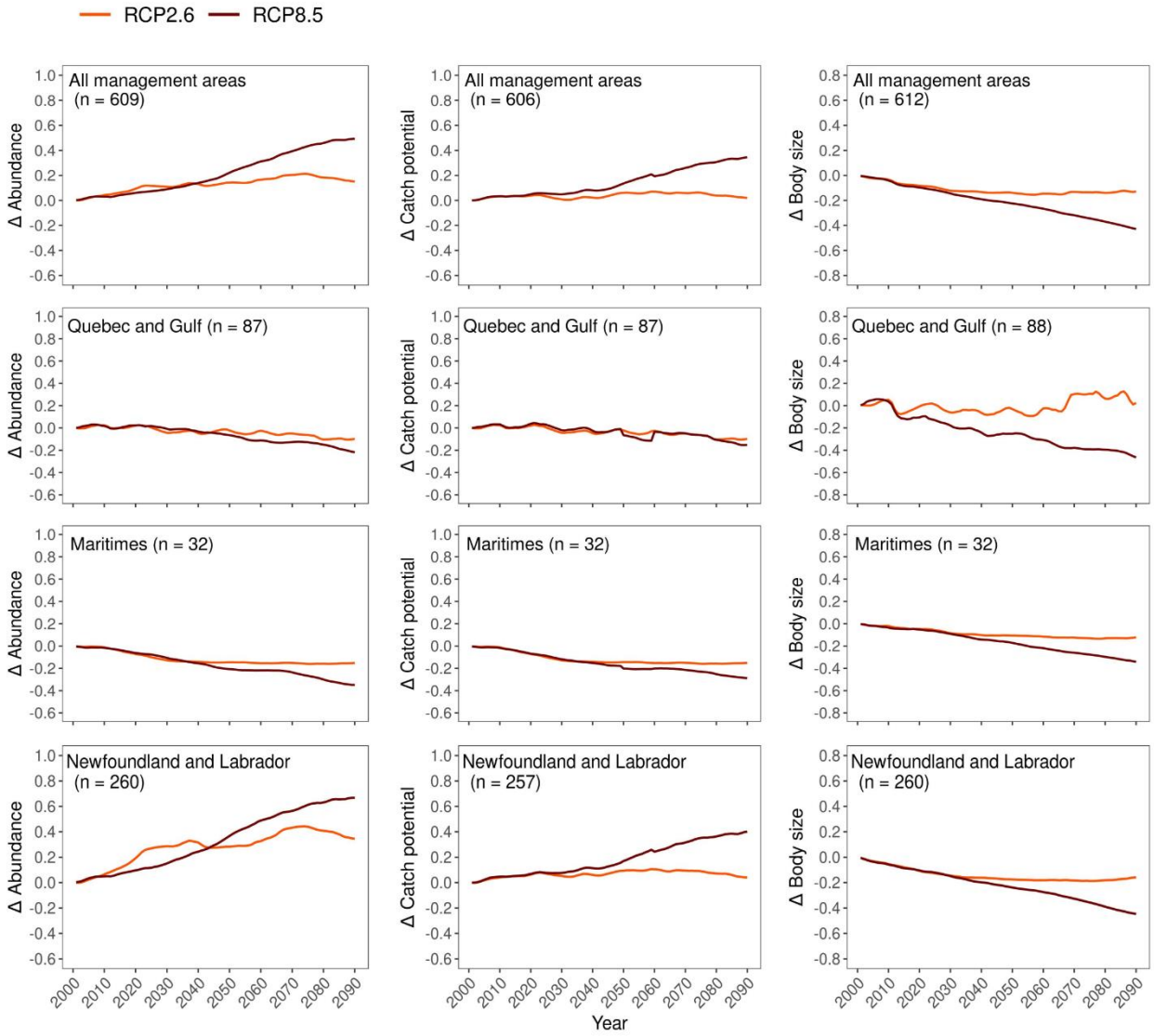


Figure 13: Changements relatifs de l'abondance, du potentiel de capture et de la taille corporelle moyenne de P.borealis au cours du siècle (par rapport à leur valeur en l'an 2000), dans les deux scénarios climatiques (RCP2.6 en orange, RCP8.5 en brun), calculés en regroupant toutes les zones de pêche et pour chaque zone de gestion. Les valeurs tracées correspondent à des moyennes sur 20 ans. Les lignes pour chaque scénario climatique représentent les valeurs moyennes des résultats des trois modèles du système terrestre utilisés.

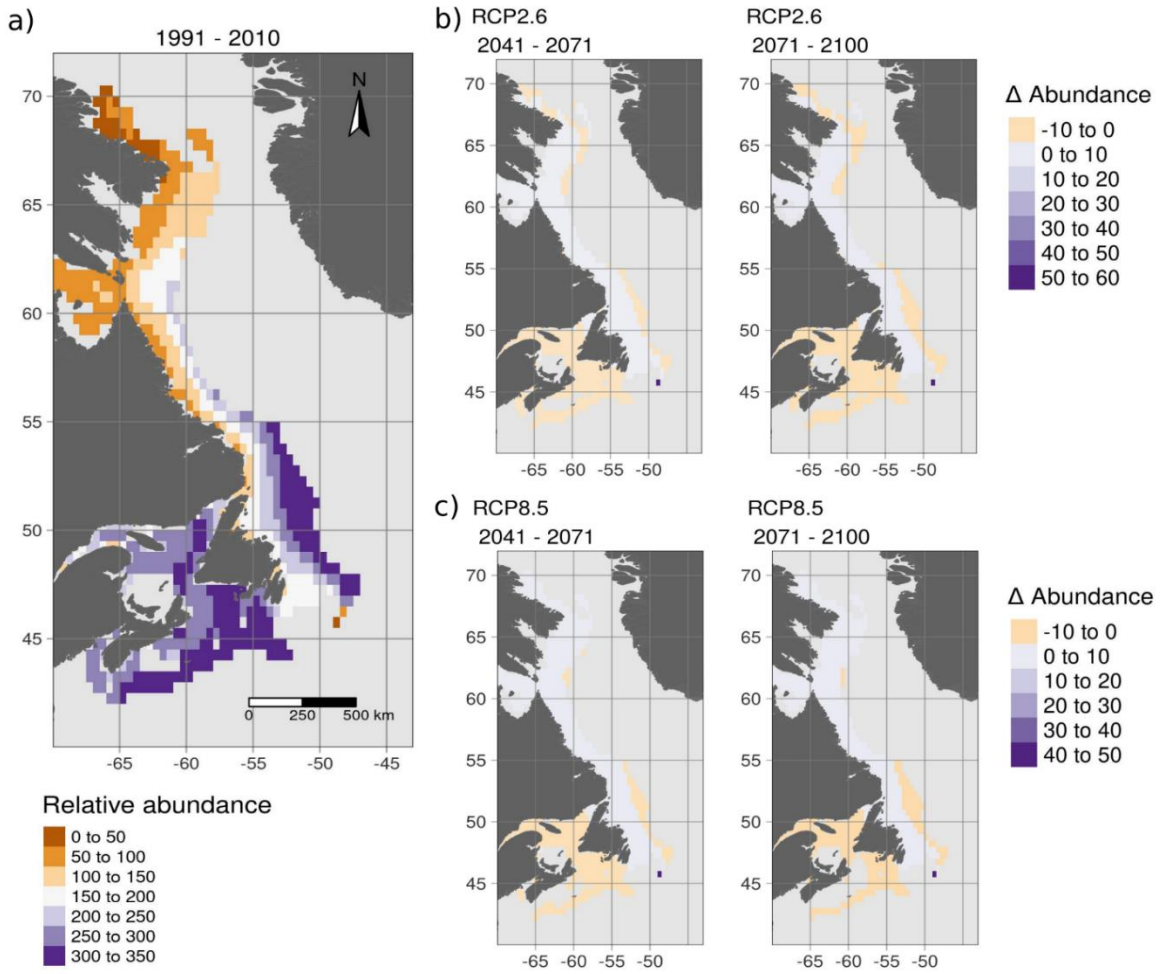


Figure 14: Projections biogéographiques du DBEM pour l'abondance de P. borealis *dans (a) le présent (1991 - 2010). Les projections de changement relatif ont été faites en utilisant deux scénarios climatiques, (b) RCP2.6 et (c) RCP8.5 en deux étapes temporelles, soit au milieu (2041 - 2071) et à la fin du 21^{ième} siècle (2071-2100). L'échelle de couleurs des graphiques indique pour (a) la moyenne sur 20 ans et pour (b) et (c) la moyenne sur 30 ans à l'intérieur de chaque cellule.*

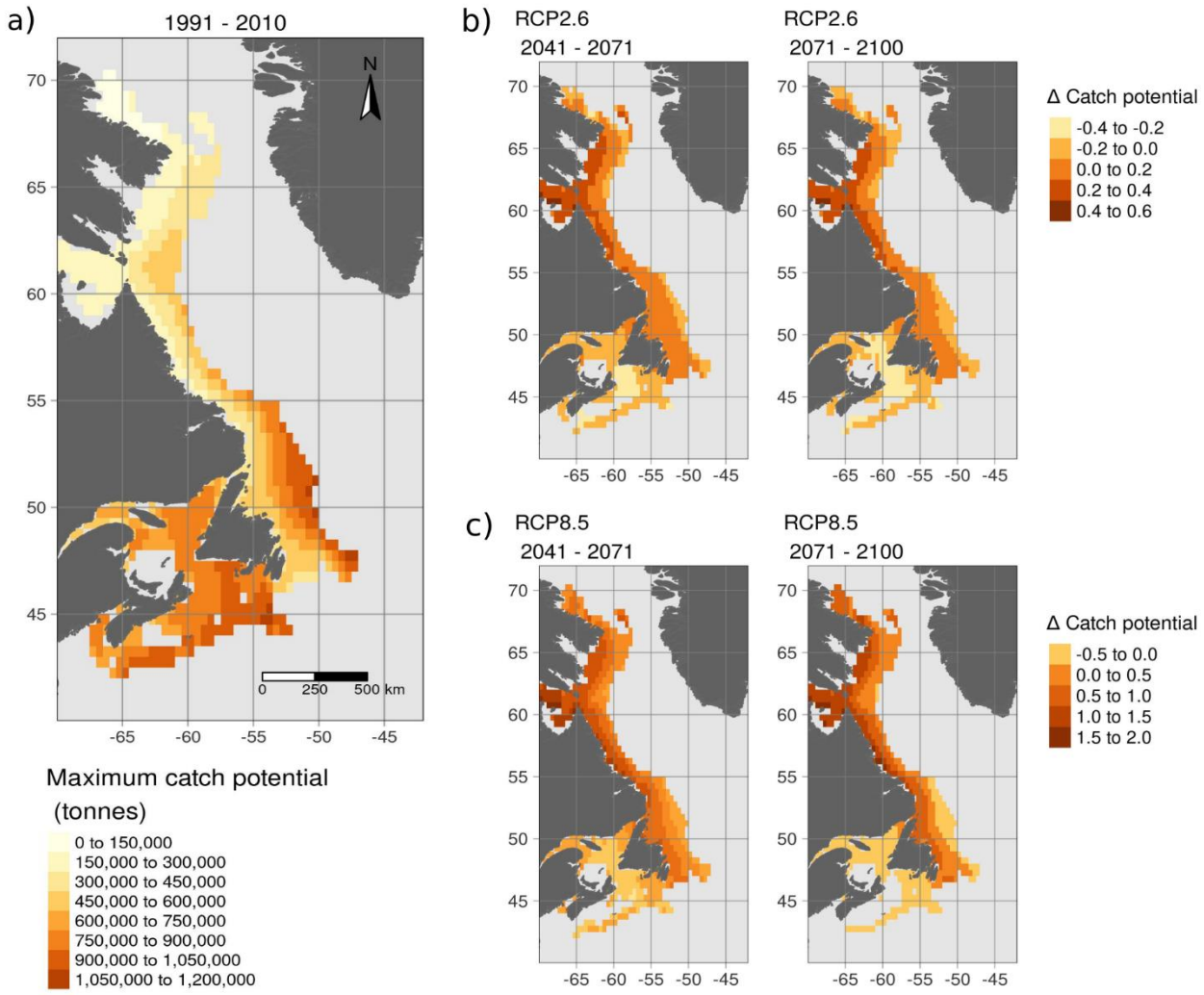


Figure 15: Projections biogéographiques du DBEM pour le potentiel de capture de P. borealis *dans (a) le présent (1991 - 2010). Les projections de changement relatif ont été faites en utilisant deux scénarios climatiques, (b) RCP2.6 et (c) RCP8.5 en deux étapes temporelles, soit au milieu (2041 - 2071) et à la fin du 21^{ième} siècle (2071-2100). L'échelle de couleurs des graphiques indique pour (a) la moyenne sur 20 ans et pour (b) et (c) la moyenne sur 30 ans à l'intérieur de chaque cellule.*

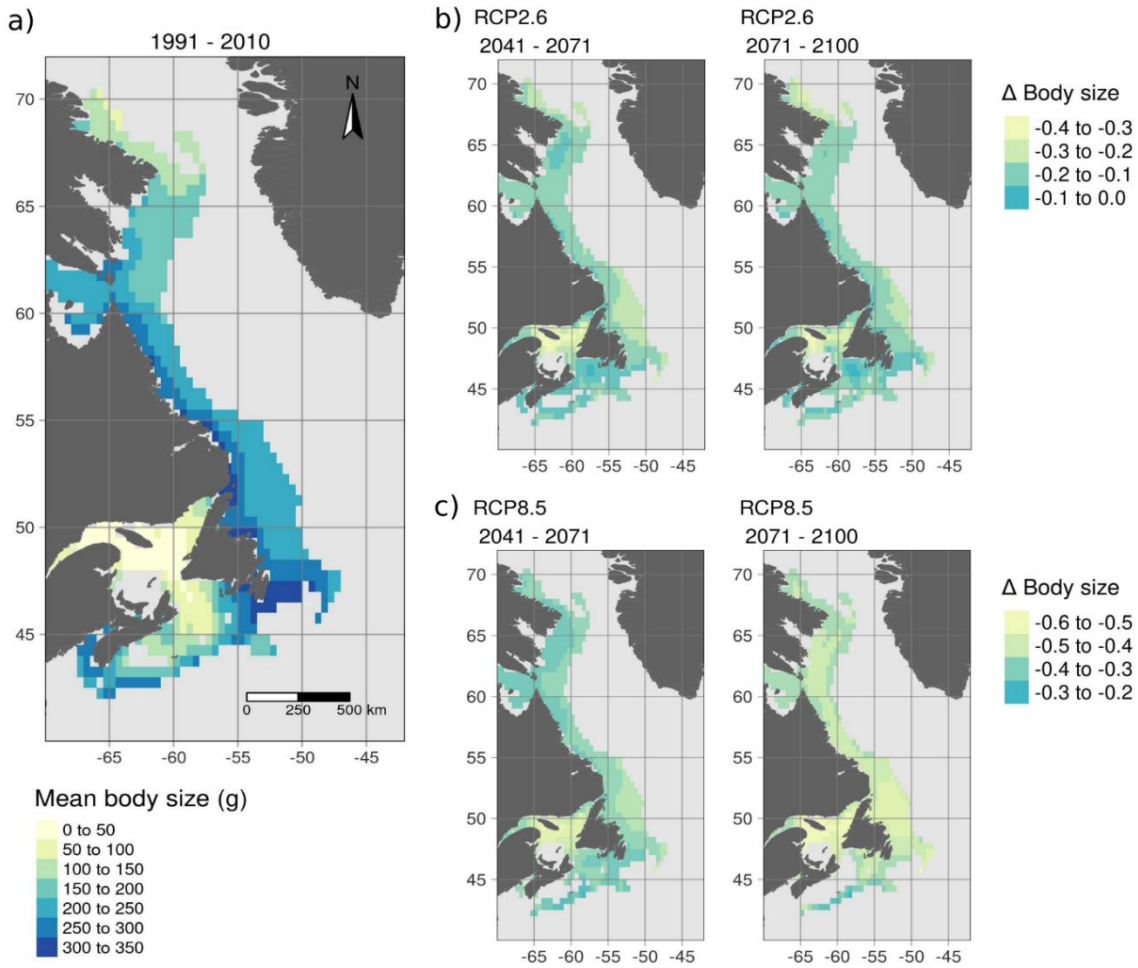


Figure 16: Projections biogéographiques du DBEM pour la taille corporelle moyenne de P. borealis *dans (a) le présent (1991 - 2010). Les projections de changement relatif ont été faites en utilisant deux scénarios climatiques, (b) RCP2.6 et (c) RCP8.5 en deux étapes temporelles, soit au milieu (2041 - 2071) et à la fin du 21^{ième} siècle (2071-2100). L'échelle de couleurs des graphiques indique pour (a) la moyenne sur 20 ans et pour (b) et (c) la moyenne sur 30 ans à l'intérieur de chaque cellule.*

5.4 Tâche 1.4 : Déterminer les impacts des changements globaux sur la qualité nutritionnelle et sensorielle (goût, odeur, texture, visuel) des crevettes nordiques.

Les résultats présentés ici ont été générés dans le cadre du projet de maîtrise de Mathilde Chemel. 'Effets combinés du réchauffement, de l'acidification et de l'hypoxie sur la valeur énergétique et les qualités nutritionnelle et organoleptique de la crevette nordique'(http://semaphore.uqar.ca/id/eprint/1640/1/Mathilde_Chemel_juillet2019.pdf). Ce travail est présenté sous la forme de 2 publications scientifiques dont une a déjà été publiée en 2020 (https://www.researchgate.net/publication/343344029_Good_News_-_Bad_News_Combined_Ocean_Change_Drivers_Decrease_Survival_but_Have_No_Negative_Impact_on_Nutritional_Value_and_Organoleptic_Quality_of_the_Northern_Shrimp).

Le résumé du mémoire de maîtrise est retranscrit ci-dessous et présente les principaux résultats mis en évidence par le travail de Mathilde Chemel :

La valeur calorique et la composition biochimique des tissus (protéines, lipides, etc.) constituent des paramètres qui définissent la condition énergétique d'un organisme. Ils renseignent sur sa ressource énergétique et définissent sa qualité nutritionnelle. Ces paramètres énergétiques peuvent être affectés par les conditions environnementales (saison, disponibilité de nourriture, etc.). Dans un contexte de changements globaux, les fluctuations environnementales naturelles vont s'accentuer, exacerbant les variations de la valeur calorique et/ou de la composition biochimique des organismes, pouvant ultimement influencer les qualités nutritionnelle et organoleptique des produits de la mer. À ce jour, peu d'études se penchent sur les effets combinés des changements environnementaux sur la physiologie des organismes, alors même qu'ils sont soumis simultanément à de multiples facteurs de stress, susceptibles d'interagir.

Les résultats ont montré que l'exposition au réchauffement, à un bas pH et à l'hypoxie n'affecte pas de manière significative la valeur calorique, les teneurs totales en protéines et en lipides et les attributs organoleptiques des crevettes, mais diminue considérablement leur survie. De manière générale, les contenus en minéraux étaient plus importants à la température la plus élevée (10 °C). Globalement, nos résultats sont positifs en ce qui concerne le maintien de la valeur nutritionnelle et de la qualité organoleptique de la crevette nordique dans le contexte des changements globaux. Les réponses des paramètres de qualité nutritionnelle et organoleptique en fonction de chaque traitement sont résumées dans le tableau 4.
Toutefois, considérant l'augmentation de la mortalité observée dans les scénarios environnementaux futurs, la diminution de la biomasse pourrait avoir des retombées sur la structure et les fonctions des écosystèmes marins benthiques et les communautés côtières qui dépendent des activités liées à l'industrie de la pêche à la crevette.

Tableau 4 : Tableau récapitulatif des résultats de l'étude sur P. borealis*, présentant les réponses en termes de valeur énergétique et qualités nutritionnelle et organoleptique de la crevette nordique, exposée à plusieurs scénarios de changements globaux.*

		n per Trait.	2C	2A	2CH	6C	6A	10C	10A	10AH
Survie	Survie des crevette à la fin des 30 jours d'exposition	Entre 7 et 125	-	-	↓	-	-	↓	↓	↓
Réponses énergétiques	Énergie totale de la crevette entière	10	-	-	-	-	-	-	-	-
	Énergie totale de l'abdomen de crevette	5 à 10	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lipides totaux	5 à 10	-	-	-	-	-	-	-	-
	Protéines totales	5 à 10	-	-	-	-	-	-	-	-
Qualité nutritionnelle	Contenu en cuivre	10	-	-	-	-	↓	-	-	-
	Contenu en fer	10	-	-	-	-	-	-	↑	-
	Contenu en magnésium	10	-	-	-	-	-	↑	↑	↑
	Contenu en manganèse	10	-	-	-	-	-	-	-	-
	Contenu en calcium	10	-	-	-	-	-	-	-	-
	Contenu en strontium	10	-	-	-	-	-	-	↑	-
	Contenu en zinc	10	-	-	-	-	-	-	↑	-
	Contenu en potassium	10	-	-	-	-	-	↑	↑	↑
Qualité sensorielle	Goût	42	-		-			-	-	
	Texture	42	-		-			-	-	
	Odeur	42	-		-			-	-	
	Aspect visuel	42	-		-			-	-	

5.5 Tâche 2.1 - Mise en perspective de l'état actuel de l'industrie de la crevette nordique. Récolte de données sur le volume économique, les conditions du marché du travail et ses caractéristiques démographiques.

Un portrait de l'industrie de la crevette nordique dans l'Est du Québec a été réalisé (annexe 5). Les éléments principaux de ce dernier sont synthétisés dans les lignes qui suivent.

L'histoire de l'exploitation de la crevette nordique dans le golfe du Saint-Laurent a débuté en 1964 (Giroux, 1977 : 100). De 1965 à 1969, la crevette n'est pêchée que dans la zone de Sept-Îles. En 1970, les débarquements débutent à Esquiman, avant de commencer en 1973 au nord d'Anticosti, en 1978 au sud d'Anticosti et en 1980 dans la zone de l'Estuaire (Savard et al., 2003 : 25). La demande de permis de pêche à la crevette nordique augmente dans les années 1970 notamment en raison de l'effondrement des stocks de morue et de sébaste et du faible prix payé pour ces espèces. Durant les années 1980, l'industrie de la pêche à la crevette nordique au Québec prend de l'ampleur. De 1985 à 1990, le nombre de permis de pêche augmente de 20% tandis qu'entre 1982 et 1989 les prises de *Pandalus borealis* dans le golfe du Saint-Laurent augmentent de 85% (Savard et al., 2003 : 9-10). La décennie 1980 est aussi celle de la mise en place de premières mesures de gestion. Des Totaux Admissibles de Capture (TAC) par zones sont ainsi imposés en 1982 (Savard et al., 2003 : 12). Alors qu'en

1993 un moratoire est décidé par le gouvernement fédéral sur la morue et le sébaste, les pêcheurs de poisson de fonds souhaitent se tourner vers la crevette nordique. Dans le même temps, les TAC augmentent à plusieurs reprises à la fin des années 1990 du fait de l'abondance de la ressource. Entre 1994 et 2000 ceux-ci passent ainsi de 16 600 t à 25 969 t à l'échelle du Golfe (Savard et al., 2003 : 23). De 2000 à 2009 les TAC continuent de croître, atteignant leur pic à 37 016 t pour l'ensemble de l'estuaire et du golfe (2009) alors que les débarquements atteignent leur maximum en 2010 avec 36 302 t (Bourdages et Marquis, 2019 : 9)

Un cluster d'entreprises s'est formé autour de la crevette nordique dans l'Est-du-Québec. En 2018, les débarquements de la pêche à la crevette nordique ont localement généré 28 millions de dollars canadiens (MAPAQ, 2020). Le Québec comptait cette même année 38 chalutiers à crevettes actifs dont huit appartenant aux communautés autochtones, pour 41 détenteur de permis de pêche parmi lesquels cinq communautés autochtones (MAPAQ, 2020). La grande majorité de ces chalutiers et pêcheurs sont basés à Rivière-au-Renard. Les captures de crevette liées à ces permis ont lieu dans l'Estuaire et dans le golfe du Saint-Laurent. Trois entreprises de transformation industrielle sont en activité dont deux sur le territoire de la ville de Gaspé et une à Matane. En 2018, la valeur des ventes de crevette nordique effectuées par les usines de transformation atteignait environ 53 millions de dollars, une baisse significative par rapport aux 113 millions de dollars atteints en 2015 (MAPAQ, 2020). Il existe en outre à Rivière-au-Renard (Gaspé) de nombreuses entreprises de l'industrie maritime qui dépendent fortement de l'exploitation de cette ressource. Au-delà des seuls pêcheurs et transformateurs, il y a un véritable écosystème d'entreprises autour de la pêche à Rivière-au-Renard, avec à la fois les entreprises de maintenance des bateaux, les entreprises de vente de carburant, mais aussi les commerces alimentaires qui fournissent les équipages. Cependant, quoique les producteurs soient locaux, la crevette nordique de l'Est-du-Québec est échangée sur un marché mondial. Or, sur ce marché mondial, la crevette nordique n'est pas différenciée. S'il existe un écosystème d'entreprises québécoises de la crevette nordique, il n'existe pas à l'échelle mondiale de terroir québécois de la crevette nordique qui soit reconnu. Les crevettes québécoises sont donc en concurrence avec les autres crevettes sauvages, mais aussi avec les crevettes d'aquaculture. Sur une production mondiale (aquaculture et capture) de 9 459 000 t de crevettes toutes espèces confondues en 2018 (FAO, 2020), la crevette nordique de l'Estuaire et du golfe du Saint-Laurent ne représentait qu'environ 17 000 t (MAPAQ, 2020).

Les pêches autochtones et non-autochtones à la crevette nordique dans l'Est-du-Québec diffèrent fortement sur le plan organisationnel. Les pêches autochtones à la crevette nordique au Québec sont caractérisées par une séparation des fonctions. Bien que les formes juridiques puissent varier (propriété directe ou par le biais d'incorporations) et que certaines fonctions de gestion - telles que la supervision de la flotte - ne soient pas présentes dans toutes les communautés, de fortes régularités organisationnelles apparaissent. Les communautés sont propriétaires (directement ou indirectement) des bateaux et des quotas de pêche. Ainsi, les bénéfices de la pêche vont aux budgets des communautés, directement ou par le biais de dividendes. À l'inverse, les investissements dans la pêche sont (directement ou indirectement) assumés par les communautés. Les fonctions administratives et de gestion sont assurées par des membres du personnel dédiés (directeurs ou coordinateurs de la pêche et superviseurs de flottille) qui sont employés - directement ou indirectement - par les communautés. Ils sont responsables de la gestion de la pêche en général pour leurs communautés, toutes espèces confondues. Les capitaines, les pêcheurs et les hommes de pont - qui sont également employés par les communautés - ne sont impliqués que dans la dimension opérationnelle de la pêche (c'est-à-dire la capture) et non dans les activités de gestion ou commerciales, par exemple la négociation des prix de

débarquement avec les usines, la décision de louer ou non des quotas, les demandes de subventions, l'achat de nouveaux bateaux ou encore l'embauche de personnel. Ces fonctions de gestion sont réservées aux membres du personnel d'encadrement. Enfin, il est important de souligner que le personnel d'encadrement a un rôle de direction exécutive. Ils agissent en effet dans le cadre des orientations stratégiques et politiques générales émises par les Conseils élus des Nations, soit directement, soit indirectement (via le conseil d'administration des éventuelles incorporations appartenant aux communautés). Cependant, le personnel d'encadrement est consulté lors de la conception de ces orientations stratégiques.

Les pêches non-autochtones sont quant à elles organisées sous la forme de petites et moyennes entreprises. Ces entreprises sont majoritairement possédées par des capitaines-propriétaires qui salarient leurs équipages et les paient au pourcentage des prises débarquées. Plusieurs de ces entreprises sont des entreprises familiales. La conséquence de ce modèle est un fort endettement de la part des capitaines-propriétaires qui assument seuls les coûts et risques liés à leurs activités, mais perçoivent en retour seuls également les profits générés. Cependant, on peut retrouver une forme de gestion et de représentation “collective” à travers l’Association des capitaines-propriétaires de la Gaspésie, notamment pour défendre des dossiers d’intérêts communs tels que la gestion des permis et des quotas tant sur la scène provinciale que fédérale, ou encore la négociation des prix au débarquement.

Depuis 2010, les Totaux Admissibles de Capture (TAC) de crevettes nordiques sont en diminution dans le golfe du Saint-Laurent, atteignant 26 732 t en 2017 (Bourdages et Marquis, 2019 : 9). Il y avait alors 111 permis actifs (Bourdages et Marquis, 2019 : 1). Cette baisse s’est poursuivie pour atteindre 17 999 tonnes en 2020 dont 13 666 t pour le Québec contre 18 573 t en 2015. Dans le même temps, les prix au débarquement au Québec ont connu une forte augmentation, atteignant 1,54 $ lb^{-1} en 2018 (MAPAQ, 2020 : 10) et compensant ainsi pendant quelques années la baisse des quantités capturées. Alors que les TAC continuent de diminuer ces dernières années sous l’effet de pressions multifactorielles sur la ressource, la filière semble plongée dans une situation d’incertitude. C’est précisément les dynamiques d’adaptation à l’œuvre dans ce contexte que notre recherche interroge.

5.6 Tâche 2.2 - Repérer, analyser et comprendre la manière dont les différents opérateurs du secteur (pêcheurs, institutions, gestionnaires, etc.) comprennent et essayent d’intégrer ou de faire appliquer les enjeux concernant les effets annoncés des changements climatiques sur l’espèce, ainsi que sur les activités commerciales

Les parties de ce rapport qui concernent les tâches 2.2 et 2.4 sont basées sur l’analyse des discours des acteurs interrogés, et ne constituent qu’une version synthétisée de ladite analyse. C’est pourquoi nous avons décidé de nous limiter à seulement quelques citations directement extraites des entrevues. Une version enrichie avec les citations sera fournie par la suite, une fois que le document de travail interne sera rendu public. Par ailleurs, des rapports plus complets sur les *verbatim* des entrevues ont également été préparés.

Il y a un relatif consensus des personnes interrogées, peu importe leurs métiers ou employeurs – qu’ils soient allochtones ou autochtones - quant à une altération de la ressource en crevette nordique depuis les années 2010. Ceux-ci évoquent à la fois des altérations quantitatives (il y en a moins) et qualitatives (le calibre varie ou diminue et la biomasse est plus dispersée spatialement). Le déclin quantitatif des

stocks semble s'être aggravé depuis 2016/2017 bien que des pêcheurs interrogés au cours et à la fin de la saison 2019 notent cette année-là une petite amélioration par rapport aux quantités observées en 2018. Des pêcheurs indiquent que la crevette a disparu de certains endroits où elle était autrefois abondante. Ils considèrent ainsi qu'elle s'est peut-être déplacée à la fois vers des secteurs plus profonds, mais aussi à d'autres endroits dans le Golfe et l'Estuaire du Saint-Laurent, potentiellement sous l'effet de l'abondance de sébastes ou de la hausse des températures. Il n'y a pas de consensus quant à l'avenir de la ressource, peu importe la catégorie d'acteurs interrogés. Certains annoncent sa disparition à venir et d'autre un possible retour de son abondance à des horizons temporels divers, comparant parfois la trajectoire des stocks de crevettes à celle qu'ils perçoivent des stocks de morue (cette perception se base sur les observations des pêcheurs interrogés qui indiquent la présence de morues, sébastes et autres poissons de fond dans leurs prises accessoires, qu'ils ont tendance à assimiler à une réaugmentation des stocks de ces espèces malgré l'absence de données scientifiques pour le prouver). L'incertitude est ce qui prévaut, nombre de personnes interrogées entourant leurs déclarations de précautions langagières (« Je me trompe peut-être », « je ne sais pas », « je penserai »).

En premier lieu, il est important de noter que la plupart des personnes interrogées expliquent les altérations actuelles de la ressource par une conjonction de multiples facteurs délétères et non comme étant la conséquence d'une seule cause. Les facteurs les plus cités sont l'abondance du sébaste, la période de pêche et les changements climatiques. Ces causes avancées pour expliquer le déclin de la ressource ne varient pas suivant les catégories de personnes interrogées. Cette constance dans les réponses pourrait être expliquée par le fait que les informations quant aux stocks et à leurs évolutions sont principalement des informations "médiées" (vulgarisées), provenant largement des connaissances produites par Pêches et Océans Canada et transférées aux acteurs des pêches à travers les comités consultatifs se réunissant au début de chaque saison de pêche, mais aussi par les médias grand public ou sectoriels (presse, télévision, médias sociaux, etc.).

Il y a un relatif consensus entre les acteurs interrogés sur le fait que la recrudescence des stocks de sébaste est une des causes principales de la diminution récente des stocks de crevettes nordiques dans le Golfe et l'Estuaire du Saint-Laurent. Cependant, certains pêcheurs émettent des doutes quant à l'ampleur actuelle de cette abondance en indiquant qu'ils ne voient pas les sébastes. Ainsi, le sébaste n'est pas toujours présenté comme étant la seule cause du déclin de la ressource. La prédation d'autres espèces a parfois, quoique plus rarement, été évoquée. Il s'agit du phoque, du turbot et de la morue. Certaines des personnes interrogées évoquent également l'augmentation de la performance des bateaux, principalement du fait du développement des chaluts jumeaux, comme étant responsable de l'altération quantitative de la ressource : selon eux, les chaluts jumeaux équivaudraient à deux bateaux traditionnels et doubleraient donc les prises sur une même durée faisant ainsi disparaître plus rapidement les stocks de crevette d'une zone de pêche donnée. La prise de quantités trop grandes a également été parfois évoquée, quoique rarement. Certains pêcheurs disent ainsi qu'il faudrait davantage protéger la ressource, qu'elle a été trop pêchée ou encore que la flotte du Nouveau-Brunswick surpêche. Mais d'autres disent que les volumes capturés sont insignifiants, notamment par rapport aux volumes consommés par le sébaste, et qu'elle est en outre renouvelable, ce qui en amène certains à dire que les baisses de quotas sont exagérées. Il n'y a pas du tout de consensus autour d'une surpêche de la crevette nordique. Plusieurs personnes interrogées ont évoqué les changements climatiques comme cause aux altérations de la ressource. Ils parlent ainsi de réchauffement planétaire, du réchauffement de l'eau ou encore de son acidification et de sa désoxygénation. Toutefois, si les changements globaux sont perçus comme étant une des principales sources de déclin de la ressource,

une forte incertitude demeure chez les personnes interrogées quant à la prévision et à la mesure des effets concrets de ces changements. La pollution des eaux du Saint-Laurent a également été invoquée comme une cause potentielle des altérations actuelles de la ressource. En arrivant dans l'Estuaire et le Golfe, l'eau serait chargée de pollution en provenance des agglomérations. Cela causerait notamment de la désoxygénation aux effets délétères sur les stocks de crevettes nordiques. Enfin, de nombreux acteurs interrogés ont incriminé la période de pêche pour expliquer l'altération de la ressource. Selon eux la pêche débute trop tôt (1er avril). À cette période, des crevettes gestantes (ou « raveuses » comme les appellent les pêcheurs) sont capturées, ce qui entraînerait le déclin de l'espèce. Conséquemment, des personnes interrogées soulignent que pêcher la crevette à cette période, alors qu'elle est « raveuse » serait de nature à porter atteinte aux stocks.

L'analyse des propos des individus interrogés permet également de mettre en lumière leur perception des conséquences des changements évoqués précédemment. Les altérations des stocks de crevettes nordiques ont de nombreux effets socioéconomiques interreliés et aux dimensions variables. L'altération de la ressource a un impact sur les TAC, les quotas sont revus à la baisse depuis plusieurs années (18 573 t en 2015 contre 13 666 t en 2020 (MAPAQ, 2020). La diminution des quotas pourrait mettre en danger à court ou moyen terme la rentabilité de la pêche à la crevette nordique. Les investissements dans les quotas sont plus longs à rentabiliser. Les frais fixes dans le même temps ne diminuent pas, voire augmentent. Il faut par exemple circuler plus longtemps en mer pour capturer les mêmes quantités de crevettes, ce qui augmente les dépenses en carburant. Cet allongement de la durée des sorties en mer crée une pénibilité liée à l'ennui à bord des bateaux, mais limite aussi les contacts (déjà rares) avec la famille pour les équipages durant la saison de pêche. Par ailleurs, si les quotas de crevettes nordiques continuent de baisser il va être de plus en plus difficile pour les travailleurs des usines de transformation de travailler suffisamment de semaines pour pouvoir ensuite bénéficier de l'assurance emploi. Ces effets ne sont pas sans poser la question de la relève qui face à cette situation pourrait se détourner de ce secteur d'activité. Mais de façon plus globale, l'altération de la ressource fait peser le risque d'une baisse des revenus pour les communautés (allochtones comme autochtones) de ces régions dont l'écosystème économique est fortement lié à la pêche, et s'inscrit donc dans les enjeux liés à la perte de dynamisme économique des régions éloignées. Enfin, il est important de rappeler que la crevette nordique s'échange sur un marché mondial dans lequel les captures québécoises ne sont pas différenciées. Ceci a une influence sur le prix des débarquements qui suit le cours mondial sans prendre en compte la réalité locale. Cette globalisation se traduit aussi par une inégalité de pouvoir et de moyens entre les acteurs du secteur. Alors que les entreprises de la capture sont de petites ou très petites entreprises, les entreprises de la transformation appartiennent parfois à des compagnies multinationales de très grande ampleur comme c'est le cas pour l'une d'entre elles, favorisant ainsi une polarisation entre les différents acteurs de l'industrie. Toutefois cette polarisation mène aussi à la formation d'alliances qui se manifestent par des relations d'entraide voire un sentiment communautaire entre acteurs autochtones et allochtones de la capture. Entraide entre pêcheurs sur le quai ou en mer (partage de secteurs de pêche, réparations, etc.), mais aussi et surtout entre gestionnaires des pêches autochtones et capitaines-propriétaires dans la défense des intérêts des acteurs de la capture lors de la négociation des quotas et des prix. Un exemple de cette concertation est sans doute le plan conjoint des pêcheurs de crevette de la ville de Gaspé. Ce dernier vise spécifiquement la crevette nordique capturée dans les zones 8, 9, 10 et 12 (Règlement de pêche de l'Atlantique de 1985).

5.7 Tâche 2.4 - Repérer au Québec, au Canada et ailleurs des actions, des pratiques institutionnelles et professionnelles existantes et émergentes, visant à répondre aux enjeux du changement climatique et à leurs effets potentiels sur l'activité de pêche, ainsi que sur les communautés (professionnelle et locale) qui exploitent ces espèces prochainement « menacées ».

Une recension documentaire ayant pour objectif d'identifier des pistes d'adaptation du secteur des pêches aux enjeux des changements climatiques est disponible en annexe 6.

Les entrevues menées dans le cadre de notre recherche ont également permis d'identifier certaines pistes de solution d'adaptation.

a. Baisse des contingents

Face à la raréfaction de la ressource observée par ses fonctionnaires, le MPO mise sur une baisse des TAC afin de préserver les populations de crevettes nordiques.

b. Diversification horizontale et/ou verticale

Dès leurs débuts, les communautés autochtones ont eu accès à un portefeuille de quotas diversifié. Les Premières Nations exploitent aujourd'hui de nombreuses espèces. Il s'agit principalement des crevettes, du crabe des neiges et du homard, mais aussi du concombre de mer, du hareng, du flétan, du turbot, de l'oursin ou encore du maquereau. Dans toutes les communautés des Premières Nations impliquées dans cette recherche, il y a une volonté de poursuivre la diversification des espèces capturées. Cette diversification horizontale permet une plus grande résilience. Alors que les stocks des différentes espèces fluctuent, pêcher plusieurs espèces permet de compenser le déclin de certaines par l'abondance d'autres. Abondance et déclin des différentes espèces sont parfois liés, car celles-ci font partie de réseaux trophiques dans lesquels les chaînes alimentaires s'entrecroisent favorisant ainsi la circulation et les variations de la biomasse. Cette stratégie de diversification horizontale est guidée à la fois par la quête de revenus communautaires complémentaires, mais aussi par la volonté de créer de nouveaux emplois à pourvoir pour les membres des Premières Nations concernées. Face à une ressource locale qui se raréfie, les Premières Nations adoptent ainsi des stratégies de diversification des espèces capturées qui leur permettent de continuer à assurer leur fonctionnement sans augmenter la pression sur la ressource. Il y a également une forte volonté de diversifier les espèces capturées de la part des pêcheurs allochtones. Nombre d'entre eux considèrent ainsi que la pêche de plusieurs espèces pourrait être une solution d'adaptation à la raréfaction de la ressource en crevettes nordiques localement. Il pourrait s'agir soit de pêcher plusieurs espèces successivement soit de pêcher simultanément plusieurs voire toutes les espèces avec des bateaux polyvalents. Il y aurait cependant plusieurs obstacles du point de vue législatif d'après les pêcheurs interrogés: un pêcheur ne pourrait pas être gréé et sortir en mer pour pêcher simultanément des espèces différentes ("*J'aimerais avoir plus de diversité. […] Terre-Neuve, les gens ont de multiples permis. Ils peuvent les pêcher en même temps. Le Québec n'est pas ouvert à ça. Exemple : si j'avais un permis de crabe dans une zone x où qu'il n'y a pas de gros volumes de crabe, à Terre-Neuve, ils peuvent faire leur crabe et puis, entre deux levées de cages, aller pêcher la crevette ou du turbot. Le Québec, non")*. Un autre obstacle est le temps que pourraient prendre les changements d'agrès successifs.

La diversification des activités est également une solution potentielle. Les communautés autochtones investissent déjà dans d'autres secteurs économiques (foresterie, tourisme ou encore énergie éolienne par exemple) et certains allochtones pratiquent la poly-activité (exemples : remorquage, recherche, entreprises de caméras sous-marines, etc.). Les représentants de toutes les communautés autochtones rencontrées nous ont indiqué vouloir intégrer la chaîne de valeur aux étapes de la transformation et/ou de la vente afin de générer davantage de profits en court-circuitant les usines de transformation. Mais ces stratégies de diversification verticale ne sont pas seulement l'apanage des communautés autochtones. Il y a ainsi déjà un petit bateau usine en Gaspésie. Un des pêcheurs rencontrés cuit aussi sa crevette à bord de son bateau. La transformation à bord des bateaux impose de nombreuses contraintes juridiques, mais aussi en matière de recrutement de la main-d'œuvre embarquée (plus nombreuse et qualifiée). Un bateau-usine a besoin à la fois de permis de pêche et de transformation. De ce fait, il a besoin d'autorisations de plusieurs institutions (ministères et agences) aux niveaux provincial et fédéral pour avoir le droit d'opérer. Mais il semble que cela permette de commercialiser des produits jugés de meilleure qualité et à des prix plus élevés ("*Ce n'est pas la même qualité du tout. Une crevette qui va rester dans les bateaux 6 jours et une crevette qui va être cuite et congelée en dedans de 2 heures, ce n'est pas la même qualité du tout").*

c. Retrait et limitation des investissements

Plusieurs acteurs autochtones du secteur de la capture nous ont indiqué mettre en œuvre ou constater une stratégie de réduction des coûts de maintenance des bateaux afin de maintenir la rentabilité de l'activité. Il s'agit de ne faire que les réparations prioritaires sur les bateaux. Les communautés autochtones semblent ainsi limiter leurs investissements actuels dans la capture des crevettes nordiques. Dans deux des quatre Premières Nations rencontrées pour notre enquête, des quotas auparavant pêchés par deux bateaux ont été rassemblés sur un seul bateau afin de réduire les coûts fixes dans un contexte de diminution des quantités à capturer. Dans ces cas, si un seul bateau n'est pas capable de capturer tout le quota, une part du quota est louée à d'autres pêcheurs. Il s'agit ici d'une diminution des investissements dans le but de mieux servir la communauté, c'est-à-dire de processus d'innovation sociale par retrait. Les communautés autochtones semblent en mesure d'adopter de telles pratiques, car l'amortissement des coûts à court terme ainsi que la réorientation des investissements sont rendus possibles par l'exploitation d'autres espèces et des économies communautaires diversifiées (foresterie, énergie, etc.).

d. Innovations technologiques

Plusieurs innovations techniques ont été évoquées par des acteurs de la capture, mais aussi de la recherche appliquée comme étant des pistes d'adaptation potentielles. Il y a tout d'abord des innovations en matière d'agrès de pêche avec les chaluts semi-pélagiques. Ceux-ci, qui à la différence des chaluts traditionnels ne touchent pas le fond de l'eau, permettraient des économies substantielles de carburant en raison de l'absence de résistance et une meilleure préservation des fonds marins. Cependant, alors que des tests ont été effectués avec des pêcheurs et que les retours ont été positifs, l'organisation faisant la promotion de cette technologie déplore le faible taux d'adoption de cette dernière chez les acteurs de la capture. Un pêcheur nous indique qu'il y aurait un certain manque de confiance envers les acteurs faisant la promotion de cette nouvelle technologie, ce qu'un autre pêcheur nous a confirmé en l'expliquant par un décalage entre leur approche et les attentes et besoins des pêcheurs. Plusieurs personnes interrogées évoquent en outre des innovations potentielles en matière de propulsion plus propre des bateaux, avec de l'hydrogène, de l'ammoniac ou encore du vent. Certains

y voient un moyen de réduire les émissions de GES dans un contexte de changements globaux néfaste pour l'industrie de la crevette, d'autres pensent que cela pourrait réduire leurs coûts d'opération en s'affranchissant du fuel. Ces effets restent toutefois hypothétiques pour l'instant. Enfin, à Rivière-Au-Renard, un pêcheur a développé une caméra sous-marine produite localement et permettant de mieux comprendre et adapter l'effort de pêche.

e. Innovations commerciales

Plusieurs pêcheurs interrogés considèrent qu'il faudrait développer la vente directe des produits de leurs pêches. D'après eux, les usines ne sont pas véritablement intéressées par ces marchés, car leurs opérations sont suffisamment lucratives sur le marché mondialisé. Mais pour ces pêcheurs, la vente locale permettrait de tirer davantage de bénéfices des crevettes capturées et ainsi d'améliorer la rétribution des équipages pour leur travail ("*Si nous autres on passerait direct pour la vente, c'est sûr qu'on récupérerait un meilleur prix. Puis en récupérant un meilleur prix, habituellement on paye nos gars mieux que ça")*. La mise en vente directe des crevettes pose néanmoins des enjeux concernant les pratiques d'hygiène et de salubrité des aliments (locaux adaptés pour le conditionnement et éventuellement la transformation), d'adaptation du droit (les pêcheurs ne peuvent pour l'instant pas pratiquer la vente directe que sous certaines conditions) ainsi que de respect des intérêts des usines. Plusieurs acteurs interrogés notent également qu'il faudrait promouvoir l'image des produits de la mer locaux auprès des consommateurs québécois. Il s'agirait à la fois de vanter le terroir gaspésien de la pêche, mais aussi la qualité environnementale des produits de la mer. L'une des personnes interrogées constate ainsi une méconnaissance des habitants des grandes villes quant aux produits des pêches québécoises, tandis qu'une autre note que des campagnes publicitaires pourraient aider (*"Quand on sort des régions maritimes, y a beaucoup d'gens qui font pas la différence entre la grosse crevette d'élevage, la crevette qui est élevée euh, au Vietnam ou la crevette d'eau douce qui vient de l'Inde, pis avec notre crevette nordique")*. Il s'agirait en fait de faire des crevettes nordiques une ressource territoriale spécialisée (Courlet et Pecqueur, 2013), avec un véritable avantage comparatif en matière de qualités nutritionnelles et environnementales, alors que le produit est déjà labellisé par le Marine Stewardship Council MSC.

f. Secteur de la transformation en quête d'autonomie

Les usines de transformation recourent de façon croissante à l'importation de crevettes congelées pour accroître les volumes qu'elles exploitent. Elles investissent dans des installations dédiées à ce nouveau produit (stockage, décongélation). Ces crevettes d'importation leur permettent d'assurer leur rentabilité quoique les coûts d'exploitation de celles-ci soient plus élevés (transport, stockage). Ces crevettes sont généralement capturées et congelées à bord de bateaux usines. Elles proviennent d'Alaska ou du nord du Groënland. Elles sont acheminées par la route, par le train et en bateau. Les crevettes double-congelées représentent 25 à 50% de la production des usines dont nous avons interrogé les dirigeants. Les personnes du secteur de la transformation interrogées indiquent que leurs entreprises pourraient tout de même être rentables même si elles ne traitaient que ce produit-là. Ils affirment toutefois vouloir donner la priorité à la crevette locale par rapport aux crevettes d'importation, bien que celles-ci ne soient pas nécessairement privilégiées par les marchés. Cette diminution de la dépendance du secteur de la transformation vis-à-vis de la ressource locale n'est pas sans poser de question quant à ses potentiels effets sur des relations de pouvoir parfois déjà asymétriques entre les acteurs de la capture et de la transformation. Avec la diminution des volumes,

les usines sont de moins en moins capables d'assurer un nombre de semaines suffisant à leurs travailleurs pour que ceux-ci puissent bénéficier de l'assurance emploi en dehors de la saison de pêche. Afin de pouvoir recruter suffisamment, les usines se tournent en conséquence vers la main-d'œuvre étrangère, notamment mexicaine. Cependant, les démarches administratives pour embaucher cette main-d'œuvre sont perçues comme étant compliquées par les directions des usines. Toujours pour faire face au problème du recrutement de la main-d'œuvre dans le contexte d'une ressource qui se raréfie, les usines investissent dans une automatisation croissante de leurs lignes. Il est intéressant de noter qu'une précédente vague d'automatisation – dans les années 2000 - avait aussi été guidée par une volonté de solutionner le problème du recrutement de la main-d'œuvre, mais qu'à ce moment-là il s'agissait d'une période d'abondance. En automatisant leurs lignes de production et en recourant à de la main-d'œuvre immigrée, les usines de transformation de la crevette nordique de l'Est-du-Québec diminuent leur dépendance vis-à-vis de la main-d'œuvre locale. Cela vient – en plus du recours à des crevettes importées – accroître encore l'autonomie de ces entreprises par rapport aux territoires où elles sont implantées.

5.8 Résultats volet 3

Le résultat principal du volet 3 sur la mobilisation des connaissances s'est concrétisé sous la forme d'un atelier de travail regroupant différents acteurs de la pêcherie de crevette nordique (Tableau 5) qui s'est déroulé en février 2021.

Quatre réunions de travail entre Marco Alberio, Piero Calosi, Fanny Noisette et Pascale Geoffroy ont précédé cet atelier. Ces séances ont permis de s'assurer de la vision commune envisagée pour cet atelier, de comprendre les besoins des acteurs de la filière à travers la création de *personas* (voir annexe 3) et de répondre à leurs besoins.

L'atelier poursuivait l'intention d'amener les acteurs de la pêche à réfléchir ensemble aux défis et aux stratégies porteuses en lien avec la pêche à la crevette nordique, à travers un cadre participatif misant sur l'effet de solidarité suscité par le contexte pandémique. L'activité s'est déroulée le vendredi 19 février, de 9 h à 12 h 15, via Zoom. Sur 23 personnes invitées, 19 personnes se sont connectées le jour dit

Les différents objectifs poursuivis dans cet atelier ont adressé les différentes tâches du volet 3 :

• Communiquer la démarche du projet de recherche et ses résultats.

• Susciter l'appropriation de ces résultats en cernant les réactions et les besoins des acteurs face aux résultats présentés.

• Amener les acteurs à questionner les normes, pratiques, croyances et valeurs menant aux pratiques de pêche actuelles ce qui a également permis de valider certaines données sociables récoltées.

• Réfléchir collectivement aux pistes de solutions pour que les stratégies d'adaptation soient viables, vivables et équitables.

Tableau 5 : Liste des participant.e.s invités à l'atelier de mobilisation des connaissances de février 2021.

Prénom	Nom	Titre et organisation	Organisation
Catherine	Lambert	Directrice	Association de gestion halieutique autochtone Mi'gmaq et Malécite (AGHAMM)
Emmanuel	Sandt-Duguay	Coordonnateur des pêches	
Johanne	Basque	Directrice des pêches commerciales	Nation de Gespeg (Gaspé)
Christina	Burnsed	Directrice des pêches	Gesgapegiag
Guy-Pascal	Weiner	Directeur des pêches	Première Nation Wolastoqiyik Wahsipekuk
Claudio	Bernatchez	Directeur	Association des capitaines-propriétaires de la Gaspésie (ACPG)
a.d.	*a.d.*	Pêcheurs	
Jean	Lanteigne	Directeur	Fédération régionale acadienne des pêcheurs professionnels (FRAPP)
Eda	Roussel	Adjointe	
a.d.	*a.d.*	Pêcheur	
Hugo	Bourdage	Évaluateur des stocks	Pêche et Océans Canada (MPO)
Denis	Chabot	Chercheur	
Marie-Julie	Roux	Chercheure	
Jérôme	Beaulieu	Gestionnaire	
Cynthia	Guay	Coordonnatrice des pêches autochtones	
Marcel	Roussy	Directeur de l'innovation en pêches et à l'aquaculture	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)
Jérémie	Persant	Conseiller en innovation en pêches et aquaculture	
Danielle	Bouchard	Directrice régionale de Gaspé	
Anne	Blondlot		Ouranos

Grâce aux résultats des deux volets socio-économique et biologiques présentés, les acteurs ont pu remettre en question les cadres de références qu'ils avaient et discuter de stratégies d'exploitations de la crevette nordique non seulement écologiquement viables, mais également acceptables par tous les acteurs de la pêcherie, chacun ayant des cadres de référence et limites propres (Figure 17). Les discussions qui ont découlé de la présentation de ces faits saillants sont résumées dans le rapport de l'atelier (annexe 3).

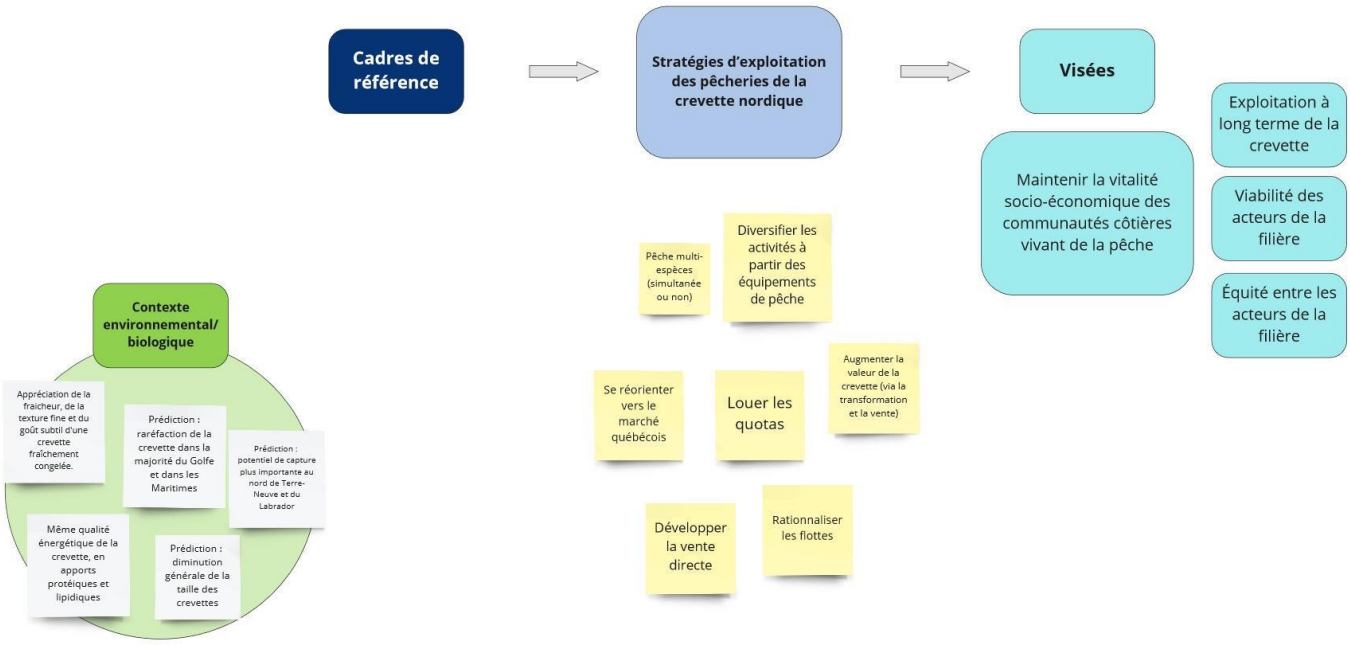


Figure 17 : Synthèse des stratégies d'exploitation discutées par les acteurs de la pêcherie lors de l'atelier de mobilisation des connaissances de février 2021.

6. Analyse et discussion des retombées globales du projet.

Les résultats obtenus à travers le volet biologique et l'interprétation que nous en avons fait, nous ont amené à mettre en avant les points suivants :

- Les crevettes adultes femelles sont particulièrement sensibles aux conditions combinées d'augmentation importante de température et de diminution du pH et de la quantité d'oxygène dissous bien que leur qualité organoleptique et nutritionnelle ne soit pas affectée. Cette sensibilité pourrait donc engendrer une diminution des populations de crevette dans un futur où une forte augmentation de température (+4°C) serait combinée à une aggravation de l'hypoxie et de l'acidification des océans.

- Parmi ces facteurs combinés, la température semble avoir l'impact le plus important sur la physiologie des crevettes, et ce, à travers toute la matrice de réponses mesurées sur différents compartiments biologiques de la crevette nordique : i.e. minéraux, enzymes, métabolisme général, survie.

- Pour la population de l'Estuaire, qui a été exposée à des conditions d'hypoxie, la diminution de la quantité d'oxygène dissous a l'impact le plus fort sur certains traits biologiques comme la survie. Cette population est particulièrement à surveiller car les conditions d'hypoxie dans les eaux de fond de l'estuaire s'aggravent progressivement.

- Les différences de réponses physiologiques entre les populations testées sont faibles et les analyses effectuées jusqu'à présent (qui seront approfondies avec les données de génomique) ne permettent pas de mettre en évidence la présence d'adaptations locales.
- Le travail de modélisation suggère que la crevette nordique va se raréfier à proximité de la limite sud de son aire de répartition actuelle, comme montré par les sorties du modèle prédisant la diminution de l'abondance de l'espèce et du potentiel de capture. Il est attendu que l'espèce se déplace vers le nord de son aire de distribution.
- La modélisation suggère également une diminution de la taille de cette espèce sur toute son aire de distribution. Ceci serait potentiellement dû au développement ontogénique plus rapide dans des conditions de températures plus chaudes, qui favorise alors une maturation sexuelle précoce aux dépens de la croissance du corps.
- Les petites différences de réponses physiologiques entre populations de crevettes, observées dans des conditions de scénarios futurs, ne semblent pas impacter fortement les résultats de modélisation biogéographique de la crevette nordique.

Les pratiques, perceptions et données socio-économique compilées dans le volet socio-économique ont permis de souligner des caractéristiques de la pêcherie de crevette nordique au Québec qui permettent de mieux comprendre les cadres de références des différents acteurs de la pêcherie :

- De 1964 à nos jours, la pêche à la crevette québécoise s'est étendue depuis la zone de Sept-Îles (début des années 1960) à tout le système Saint-Laurent, en particulier dans les années 1990 afin de palier l'effondrement des stocks et des prix des poissons de fond (morue, sébaste). Les tonnages maximaux de capture ont été observés en 2010 et depuis les totaux admissibles de capture diminuent.
- Un cluster d'entreprises s'est formé autour de la crevette nordique dans l'Est-du-Québec, basé sur une récolte de la ressource locale, mais sur une mise en marché à un niveau mondial, qui peine à reconnaître la présence d'un terroir québécois.
- Les pêches autochtones et non-autochtones diffèrent fortement sur le plan organisationnel. Les premières fonctionnent selon une approche communautaire avec séparation des fonctions, investissements assumés par toute la communauté, et bénéfices allant aux budgets communautaires. Les secondes fonctionnent quant à elles sous la forme de petites et moyennes entreprises possédées par des capitaines propriétaires qui salarient leurs équipages et les paient au pourcentage des prises débarquées. Les différences identifiées entre ces différentes pêches pourraient être source d'inspiration pour une amélioration des pratiques au sein de cette filière.
- Les acteurs interrogés dans le projet s'accordent sur un déclin de la ressource crevette nordique depuis les années 2010, notant même une disparition de la crevette dans certains territoires pêchés.

- Ces acteurs sont d'avis que les diminutions de stocks observées sont dues à une altération multifactorielle causée par le retour du sébaste, les changements climatiques et globaux ou encore la saison de pêche et le prélèvement de femelles gestantes.

- La diminution des quotas de pêches pourrait mettre en danger la rentabilité des pêcheries, à cause d'une augmentation des coûts associés à la recherche des stocks de crevette qui diminuent, mais aussi, car les usines de transformation ne pourraient pas salarier leurs employés sur des périodes suffisamment longues pour qu'ils puissent bénéficier de l'assurance emploi.

- Il existe également une inquiétude sur la relève qui pourrait se détourner de l'activité face à cette situation difficile et incertaine.

- Toutefois, les relations d'entraide et le sentiment communautaire sont très forts chez les acteurs des pêcheries autochtones comme non-autochtones, créant un sentiment d'appartenance et une volonté commune. Cependant, les relations entre ces derniers et les transformateurs peuvent parfois être conflictuelles compte tenu de leur polarisation en raison du contexte globalisé dans lequel évoluent les usines et de l'enjeu d'autonomie auquel elles font face.

- Identification de pistes de solutions d'adaptations :

Baisse des contingents : Face à la raréfaction de la ressource observée par ses fonctionnaires, le MPO mise sur une baisse des TAC afin de préserver les populations de crevettes nordiques.

Diversification horizontale et/ou verticale : Les Premières Nations pratiquent aujourd'hui la pêche multi-espèces. Alors que les stocks des différentes espèces fluctuent, pêcher plusieurs espèces permet de compenser le déclin de certaines par l'abondance d'autres. De nombreux pêcheurs allochtones interrogés ont également exprimé leur intérêt pour cette pratique et sont ouverts à l'autorisation d'une pêche multi-espèces simultanée. La diversification des activités est également une solution potentielle. Les communautés autochtones investissent déjà dans d'autres secteurs économiques et certains allochtones pratiquent la poly-activité (exemples : remorquage, recherche, entreprises de caméras sous-marines, etc.). Les représentants de toutes les communautés autochtones rencontrées nous ont indiqué vouloir intégrer la chaîne de valeur aux étapes de la transformation et/ou de la vente afin de générer davantage de valeur ajoutée. Mais ces stratégies de diversification verticale ne sont pas seulement l'apanage des communautés autochtones. Il y a ainsi déjà un petit bateau usine en Gaspésie.

Retrait et limitation des investissements : Plusieurs interrogés autochtones nous ont indiqué mettre en œuvre ou constater une stratégie de réduction des coûts de maintenance des bateaux afin de maintenir la rentabilité de l'activité. Il s'agit de ne faire que les réparations prioritaires sur les bateaux. Les communautés autochtones semblent ainsi limiter leurs investissements actuels dans la capture des crevettes nordiques. Ce retrait passe aussi par une rationalisation des flottes (rassembler des quotas sur un même bateau) et par la location des quotas non utilisés.

Innovations technologiques : Plusieurs innovations techniques ont été évoquées par des acteurs de la capture, mais aussi de la recherche appliquée comme étant des pistes d'adaptation potentielles. Parmi eux on retrouve des innovations en matière d'agrès de pêche avec les chaluts semi-pélagiques, ou encore le développement d'une caméra sous-marine produite localement par un pêcheur allochtone.

Innovations commerciales : Plusieurs pêcheurs interrogés considèrent qu'il faudrait développer la vente directe des produits de leurs pêches, la vente locale permettrait de tirer davantage de valeur ajoutée

des crevettes capturées et ainsi d'améliorer la rétribution des équipages pour leur travail. Toujours dans l'optique de développer un véritable avantage comparatif, plusieurs acteurs estiment qu'il faudrait se réorienter vers le marché québécois en faisant la promotion des produits de la mer locale auprès des consommateurs québécois. Il s'agirait à la fois de vanter le terroir régional de la pêche, mais aussi la qualité environnementale de leurs produits.

Secteur de la transformation en quête d'autonomie : Les usines de transformation recourent de façon croissante à l'importation de crevettes congelées pour accroître les volumes qu'elles exploitent et assurer leur rentabilité. Avec la diminution des volumes, les usines sont de moins en moins capables d'assurer un nombre de semaines suffisant à leurs travailleurs pour que ceux-ci puissent bénéficier de l'assurance emploi en dehors de la saison de pêche. Afin de pouvoir recruter suffisamment, les usines se tournent en conséquence vers la main d'œuvre étrangère. Parallèlement, elles investissent dans une automatisation croissante de leurs lignes. Ce faisant, elles peuvent accroître leur autonomie par rapport aux territoires où elles sont implantées.

À travers le dernier volet du projet, orienté sur le transfert et la mobilisation des connaissances, la recherche a permis entre autres aux acteurs de mieux connaître les résultats scientifiques concernant la présence de crevettes, ainsi que le système des représentations des différents acteurs concernés, et les actions entreprises (opportunités, défis). En maillant les résultats des deux volets précédents, l'atelier de février 2021 avait pour but de générer des discussions chez les acteurs sur les stratégies d'adaptation de cette filière face aux changements climatiques et globaux (figure 17).

Selon les participants même, l'atelier a été une véritable réussite, car les acteurs de cette pêcherie (excepté industrie) ont pu se réunir et discuter dans un espace propice et bienveillant pour commencer à discuter d'orientations futures pour leur filière. Plusieurs pistes d'adaptation ont été mises en lumière par la recherche et discutée avec les acteurs de la filière crevette, considérées comme envisageables grâce au soutien des résultats des volets 1 et 2 (Tableau 6) :

Tableau 6 : Résultats de contexte biologique et socio-économique synthétisés et présentés lors de l'atelier de février 2021 qui ont donné discussion à des stratégies d'adaptations envisageables

Résultats du volet biologique ayant orienté la discussion	**Résultats du volet socio-économique ayant orienté la discussion**	**Stratégie d'adaptation discutée par les acteurs de la pêcherie de crevette nordique**
Vulnérabilité démontrée de la crevette aux changements climatiques, surtout à l'augmentation de température	Perception des acteurs : diminution des stocks due à une altération environnementale multifactorielle	Changement des dates de démarrage de la saison de la pêche pour pouvoir mieux préserver la ressource
Qualité organoleptique et nutritionnelle non affectée dans les scénarios de changement climatique	Faible reconnaissance d'un terroir local pour la crevette nordique	Vente directe et circuit court à valoriser pour cette ressource sur le marché local et travailler avec le MAPAQ pour voir les

		options de vente directe (diversification)
Diminution des abondances et des tailles adultes prédites pour le futur	Diminution des quotas pourraient mettre en danger les pêcheries et inquiétude sur la relève qui se détourne de l'activité	Si les abondances diminuent dans le futur, miser sur la qualité du produit pour développer un produit d'exception qui n'est pas encore présent sur le marché local comme international et développer des innovations technologiques pour améliorer la qualité du produit transformé (congélation à bord des bateaux?)

7. Conclusion et recommandations

Ce projet de recherche interdisciplinaire a non seulement permis de développer un cadre de recherche unique sur la pêcherie de crevette nordique, mais a également permis de voir et d'expérimenter des outils et approches qui pourraient être utilisés pour d'autres espèces commercialement exploitées. Les activités de mobilisation de connaissances menées dans le cadre de ce projet de recherche ont permis de voir naître un espoir de réactivation du groupe de travail sur la crevette nordique qui comprend des pêcheurs, des industriels et des gestionnaires. Ceci démontre que la création de plateformes d'échange où la discussion est bienveillante et gérée par des parties non-prenantes est bénéfique à la réflexion commune. Cela démontre également le besoin de fédérer les acteurs d'une filière autour de problématiques communes afin de faire émerger des pistes de solutions durables. Fédérer et engager des acteurs autour d'une ressource exploitable demande non seulement des résultats scientifiques solides sur la ressource en elle-même, mais également une analyse des cadres de références socio-économiques et culturels de ces acteurs afin d'identifier leurs défis et barrières. En ce sens, ancrer de manière plus importante la recherche en science naturelle dans un cadre socio-économique pertinent qui prend en compte la culture à travers l'engagement de la communauté dans le processus de recherche est sans doute une des étapes nécessaires pour avancer vers un développement et une gestion durable de l'océan et ses ressources.

7.1 Recommandations sur les poursuites de recherche

La recherche présentée ici s'est particulièrement axée sur les effets des changements climatiques et globaux sur la biologie intégrative de la crevette nordique dans le volet biologique. Cette recherche centrée sur l'espèce ressource a permis d'avoir meilleure compréhension des mécanismes cellulaires contribuant à la réponse globale de l'organisme exposé à l'augmentation de température et de la diminution de pH et de concentration en oxygène. Cette approche a également permis de mettre en

évidence l'intérêt du couplage de différents outils -omiques et de l'analyse de réseaux pour la compréhension des mécanismes physiologiques impliqués dans la réponse aux stress environnementaux.
Les résultats produits ont permis de modéliser les changements futurs en termes d'abondance, de répartition et de taille. Cependant, ces résultats se sont focalisés sur le stade femelle adulte des crevettes. Or, il est reconnu dans la littérature que les jeunes stades de vie sont les plus sensibles aux effets des changements climatiques et globaux.

- ➔ *Dans une perspective plus intégrative du point de vue du cycle de vie de l'espèce* Pandalus borealis*, nous recommandons donc de poursuivre les recherches en étudiant les effets des changements climatiques et globaux sur les jeunes stades de vie, soit les larves et les juvéniles de crevette nordique. La mise en place de telles études requiert certainement un développement logistique et expérimental très important pour être capable d'échantillonner et de maintenir en laboratoire de jeunes stades de vie.*

Notre recherche s'est focalisée sur l'espèce ressource de cette pêcherie dans un premier temps. Or, en milieu naturel, les interactions biologiques sont des contrôles majeurs de la dynamique de population d'une espèce. Avec le retour massif du sébaste dans le système Saint-Laurent et les inquiétudes exprimées par les pêcheurs à propos de son impact sur les stocks de crevettes, il serait important de développer une approche plus écosystémique de la dynamique de population de la crevette.

- ➔ *Nous recommandons donc de poursuivre les travaux entamés par le MPO sur le sébaste pour par la suite développer une approche de gestion qui tienne compte des interactions biologiques dans le futur des stocks de crevettes.*

7.2 Recommandations sur le mode opératoire proposé et l'application à d'autres espèces d'intérêt commercial

Dans la proposition initiale déposée auprès d'Ouranos, nous mettions en avant que ce projet aurait pour but de développer un *modus operandi* qui pourrait ensuite être appliqué à d'autres espèces d'intérêt commercial.

La combinaison d'une étude socio-économique et d'un volet biologique a montré à quel point les deux facettes de la recherche pouvaient se compléter pour s'informer l'une l'autre afin d'avoir une vision plus intégrée de la pêcherie et de l'organisation sociale et politique sur laquelle repose son exploitation. En connaissant les acteurs de la pêcherie et en comprenant les enjeux auxquels ils font face ainsi que leur cadre de références, le transfert de connaissances qui leur sont utiles en a été amélioré et des solutions d'adaptation envisageables et durables ont été discutées.

- ➔ *Nous recommandons de développer des approches de recherche partenariale, ouverte, bienveillante et menée par des intervenants dont les enjeux ne sont pas directement en lien avec l'espèce exploitée (ex. universitaires, OBNL, etc.) pour amener de nouvelles information et pistes d'adaptation par rapport aux exploitations de ressources naturelles.*

➔ *Nous recommandons de faire appel à des professionnel.le.s du transfert et de la mobilisation des connaissances. Ceci permettra non seulement une diffusion plus efficace des retombées du projet de recherche, mais permettra également un apprentissage de tous les membres de l'équipe auprès du ou de la professionnelle.*

La modélisation biogéographique appliquée dans ce projet repose sur des scénarios de projections de valeurs de changements climatiques et globaux et permet d'intégrer une dimension physiologique aux sorties du modèle. Adopter ce type de modélisation, qui permet de faire des projections et ne se base pas uniquement sur l'évolution passée des stocks pour la mise en place des totaux autorisés de capture (TAC), permettrait une meilleure gestion de la ressource, plus durable, avec une vision à court, moyen et long terme. Ce type de modélisation pourrait également inclure des données socio-économiques afin de répercuter les changements induits par la ressource sur le tissu socio-économique associé à la pêcherie. Nous n'avons pas pu aller jusqu'à ce point de la recherche dans notre projet, car la connexion entre les zones de pêches sur lesquelles se font les captures, les ports de débarquement et de transformation et les lieux de vie de consommation des pêcheurs est complexe dans l'Est-du-Québec et ces composantes ne peuvent être directement reliées de manière linéaire.

➔ *Nous recommandons donc de développer non seulement des approches de modélisation biogéographique prenant en compte les scénarios de changements climatiques et globaux afin d'avoir une vision à plus long terme du devenir des ressources exploitées, mais également d'y coupler une modélisation socio-économique quand c'est possible. Il faut toutefois prendre en compte les considérations éthiques inhérentes à ce type de modélisation et éviter l'identification des acteurs et de leurs revenus quand il y a très peu de participants dans cet exercice de modélisation.*

7.3 Recommandations pour le développement d'un cadre de recherche intersectoriel efficace.

Nous espérons avoir démontré avec ce projet l'intérêt certain de développer une recherche intersectorielle, multidisciplinaire et partenariale pour acquérir une meilleure compréhension du système qui fait l'objet de la recherche. Cette recherche étroitement maillée entre les différents volets a également permis d'améliorer le transfert des résultats scientifiques et la mobilisation des connaissances entre les acteurs du système vers une discussion pour des pistes d'adaptation face aux changements climatiques et globaux.

Cette recherche a cependant présenté des défis, notamment liés à des temporalités de recherche différentes entre les disciplines, des méthodologies inconnues des différents chercheur.e.s impliqués, l'utilisation de termes ayant des significations différentes suivant les disciplines. La réussite de notre recherche tient dans les processus que nous avons mis en place pour faire face à ces défis et que nous listons ci-dessous comme recommandations issues de notre expérience.

➔ *Avoir une coordination générale du projet, effectuée par un coordonnateur ou une coordinatrice capable d'appréhender les différentes facettes des secteurs de recherche du projet. Cette ressource doit être dédiée à temps plein à la coordination.*

- ➔ *Considérer que les temporalités inhérentes aux domaines de recherche sont différentes. Dès le départ, s'expliquer mutuellement les protocoles de recherche envisagés et les 'points sensibles' (ex. échantillonnage des animaux, obtention des certificats d'éthique) de ces protocoles.*

- ➔ *Organiser des réunions régulières pour faire le point des avancées dans chaque volet de la recherche et mieux mailler les résultats. Prévoir suffisamment de temps pour avoir des discussions sémantiques, arrimer les langages entre les différentes disciplines ou la mise en place d'outils pour aller plus loin dans l'interdisciplinarité comme un glossaire commun, des cartes de connaissances et frises chrono-systémiques (frises permettant de visualiser les co-évolutions des différentes composantes d'un objet complexe par superposition de jeux d'échelles temporelles et spatiales).*

- ➔ *Organiser des activités communes pour mieux se rendre compte des réalités de chaque aspect du volet de recherche. Dans notre cas, les participants du volet sociologie ont pu visiter le système expérimental à l'IML et prendre part à des expériences sur les crevettes.*

- ➔ *Faire appel à des professionnel.le.s du transfert et de la mobilisation des connaissances. Ceci permettra non seulement une diffusion plus efficace des retombées du projet de recherche, mais permettra également un apprentissage de tous les membres de l'équipe auprès du ou de la professionnelle.*

8. Références

Alberio, M. (2015). Les initiatives locales et les défis des acteurs du milieu face aux coupes et aux changements actuels. Revue Organisations & territoires, 24(3), 53-60. https://doi.org/10.1522/revueot.v24i3.90

Alberio, M. (2020). Un métier en transformation, mais encore significatif dans la ruralité côtière québécoise : le cas de la pêche et de sa relève en Gaspésie. Revue Organisations & territoires, 29(1), 53-64. https://doi.org/10.1522/revueot.v29n1.1126

Alberio, M., & Lucia, E. (2020). Ricerca del profitto e protezione dell'ambiente. Un binomio possibile? Il settore della pesca in Québec. Meridiana, (98), 99-126. doi:10.2307/26956136

Allen, J. A. (1959). On the biology of *Pandalus borealis*
Krøyer, with reference to a population off the Northumberland coast. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 38(1), 189-220.

Alter, N. (2000). L'innovation ordinaire. Paris, FR: Presses Universitaires de France.

Apollonio, S., Stevenson, D.K., and Dunton, E.E. (1986). Effects of temperature on the biology of the northem shrimp, Pandalus borealis, in the Gulf of Maine. NOAA Tech. Rep. NMFS 42, 22 pp.

Arnberg, M., Calosi, P., Spicer, J.I., Tandberg, A.H.S., Nilsen, M., Westerlund, S., Bechmann, R.K., 2013. Elevated temperature elicits greater effects than decreased pH on the development, feeding and metabolism of northern shrimp (Pandalus borealis) larvae. Mar. Biol. 160, 2037–2048. https://doi.org/10.1007/s00227-012-2072-9

Bartlett, E. M., and Lewis, D. H. 1970. Spectrophotometric determination of phosphate esters in the presence and absence of orthophosphate. Analytical Biochemistry, 36: 159-167.

Berkes, F., Colding, J., Folke, C., 2003. Navigating Social-ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Bindoff, N. L., Willebrand, J., Artale, V., Cazenave, A., Gregory, J. M., Gulev, S., ... and Shum, C. K. (2007). Observations: oceanic climate change and sea level.

Bligh, E. G., and Dyer, W. J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37: 911-917.

Bourdages, H., Marquis, M.C., Nozères, C. and Ouellette-Plante, J. (2018). Évaluation des stocks de crevette nordique de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent en 2017 : données du relevé de recherche. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2018/057. iv + 68 p.

Bourdages H. et M.-C. Marquis (2019). Évaluation des stocks de crevette nordique de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent en 2017 : données de la pêche commerciale. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Document de recherche. 2018/056. iv + 100 p.

Bourgault-Faucher, G. (2020). L'ÉCONOMIE DES PÊCHES AU QUÉBEC, analyse et propositions pour favoriser la commercialisation des produits de la mer du Québec sur le marché domestique. Réseau Québec Maritime. https://irec.quebec/ressources/publications/Economie-des-peches-Quebec.pdf

Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72(1–2), 248–254. https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3

Chabot, D., and Ouellet, P. (2005) Rearing Pandalus borealis larvae in the laboratory. Mar Biol 147:881–894

Cheung WWL, Lam V, Pauly D. 2008. Modelling present and climate-shifted distribution of marine fishes and invertebrates. University of British Columbia, Report No.: 16(3).

Cheung WWL, Lam V, Sarmiento JL, Kearney K, Watson R, Zeller D, et al. 2010. Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change. Glob Change Biol.; 16: 24–35.

Cheung WWL, Dunne J, Sarmiento JL, Pauly D. 2011. Integrating ecophysiology and plankton dynamics into projected maximum fisheries catch potential under climate change in the Northeast Atlantic. ICES J Mar Sci J Cons. 68: 1008–1018.

Cheung WWL, Reygondeau G, Frölicher TL. 2016. Large benefits to marine fisheries of meeting the 1.5˚C global warming target. Science; 354: 1591.

Courlet, C. et B. Pecqueur (2013). L'économie territoriale, Grenoble, Presses universitaires de Grenoble, collection « Économie en + ».

Dacin, P. A., Dacin, M. T., & Matear, M. (2010). Social Entrepreneurship: Why We Don't Need a New Theory and How We Move Forward From Here. Academy of Management Perspectives, 24(3), 37-57.

Daoud, D., Chabot, D., Audet, C., Lambert, Y., 2007. Temperature induced variation in oxygen consumption of juvenile and adult stages of the northern shrimp, Pandalus borealis. J. Exp. Mar. Bio. Ecol. 347, 30–40. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2007.02.013

Donolo, C., Fichera, F. 1988. Le vie dell'innovazione : Forme e limiti della razionalità politica, Milano, Feltrinelli, p. 77.Doney, S. C., Fabry, V. J., Feely, R. A. and Kleypas, J. A. (2009). Ocean acidification: the other CO2 problem. Annu. Rev. Mar. Sci. 1: 169–92

Drengstig, A., Fevolden, S. E., Galand, P. E. and Aschan, M. (2000). Population structuring of the deep-sea shrimp (Pandalus borealis) in the NE Atlantic based on allozymic differentiation Aquat. Living Resour., 13, pp. 1-9

Dupont-Prinet, A., Pillet, M., Chabot, D., Hansen, T., Tremblay, R., Audet, C., 2013. Northern shrimp (Pandalus borealis) oxygen consumption and metabolic enzyme activities are severely

constrained by hypoxia in the Estuary and Gulf of St. Lawrence. J. Exp. Mar. Bio. Ecol. 448, 298–307. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2013.07.019

FAO. 2020. FAO yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2018/FAO annuaire. Statistiques des pêches et de l'aquaculture 2018/ FAO anuario. Estadísticas de pesca y acuicultura 2018. Rome/Roma

Fernandes, J.A., Papathanasopoulou, E., Hattam, C., Queirós, A.M., Cheung, W.W., Yool, A., Artioli, Y., Pope, E.C., Flynn, K.J., Merino, G. and Calosi, P., 2017. Estimating the ecological, economic and social impacts of ocean acidification and warming on UK fisheries. Fish and Fisheries, 18(3), pp.389-411.

Folke, C. (2006). Resilience : The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. Global Environmental Change, 16(3), 253-267. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002

Folke, C. (2007). « Social-ecological systems and adaptive governance of the commons », Ecology and Economics, vol. 22 (2007), p. 14-15.

Fontan, J.-M., Alberio, M., Belley, S., Chiasson, G., Houssine, D., Lafranchise, N., Portelance, L., Tremblay, D.-G., & Tremblay, P.-A. (2018). Activités de « recherche avec » au sein du réseau de l'Université du Québec. Recherche, 59(1-2), 195-224. https://doi.org/10.7202/1051431ar

Ford, J. D., & Smit, B. (2004). A Framework for Assessing the Vulnerability of Communities in the Canadian Arctic to Risks Associated with Climate Change. Arctic, 57(4), 389-400. https://doi.org/10.14430/arctic516

Gilbert, D., Sundby, B., Gobeil, C., Mucci, A., and Tremblay, G. H. (2005). A seventy-two-year record of diminishing deep-water oxygen in the St. Lawrence estuary: The northwest Atlantic connection. Limnology and Oceanography, 50(5), 1654-1666.

Gilbert, D., Chabot, D., Archambault, P., Rondeau, B., and Hébeli, S. (2007). Appauvrissement dans les eaux profondes du Saint-Laurent marin. Causes possibles et impacts écologiques. Le naturaliste canadien, 131: 67-75.

Giroux, G., & Quebec (Province) Ministère de l'Industrie et du Commerce. Direction générale des pêches maritimes. (1977). Historique des pêches.

Haberl, H., Fischer-Kowalski, M., Krausmann, F., Weisz, H., & Winiwarter, V. (2003). Progress towards sustainability ? What the conceptual framework of material and energy flow accounting (MEFA) can offer. Land Use Policy, 21(3), 199-213. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2003.10.013

Hall, E. F. (2017). The Vulnerability of Different Populations of the Commercially-important Shrimp Pandalus Borealis to Environmental Stress (Doctoral dissertation, University of Plymouth).

Halliday, A. et Glasser, M. (2011). « A Management perspective on Social ecological System : A generic system model and its application to a case study from Peru ». Researsh in Human Ecology, vol 18, no 1, 18 p.

Hammer, K. M., and Pedersen, S. A. (2013). Deep-water prawn Pandalus borealis displays a relatively high pH regulatory capacity in response to CO2-induced acidosis. Mar Ecol Prog Ser, 492 : 139-151.

Hillier, J., Moullaert, F., & Nussbaumer, J. (2004). Trois essais sur le rôle de l'innovation sociale dans le développement territorial. Géographie, économie, société, 6(2), 129-152. https://doi.org/10.3166/ges.6.129-152

Holthuis, L. B. (1980). FAO catalogue-shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries, FA 0 Fisheries Synopsis - SI25, vol. 1.

IPCC (2013). Climate change 2013: the physical science basis. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Jorde, P. E., Søvik, G., Westgaard, J. I., Albretsen, J., André, C., Hvingel, C., Johansen, T., Sandvik, A. D., Kingsley, M. and Jørstad, K. E. (2015). Genetically distinct populations of northern shrimp, Pandalus borealis, in the North Atlantic: adaptation to different temperatures as an isolation factor.Molecular ecology, 24(8), pp.1742-1757.

Keeling, R.F., Körtzinger, A., Gruber, N. (2010). Ocean deoxygenation in a warming world. Annu. Rev. Mar. Sci. 2: 199–229

Klein, J.-L., & Harrisson, D. (2010). Innovation sociale, Émergence et effets sur la transformation des sociétés. Quebec, CA: Presses de l'Université du Québec

Klein, J.-L., Laville, J.-L., & Moulaert, F. (2014). L'innovation sociale : repères introductifs. In Klein, J.-L., Laville, J.-L., & Moulaert, F. (eds), L'innovation sociale (pp. 7-32). Toulouse, FR : Éditions érès.

Knutsen, H., Jorde, P. E., Gonzalez, E. B., Eigaard, O. R., Pereyra, R. T., Sannæs, H., Dahl, M., André, C. and Søvik, G. (2015). Does population genetic structure support present management regulations of the northern shrimp (Pandalus borealis) in Skagerrak and the North Sea?. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil, 72(3), pp.863-871

Lannig, G., Eckerle, L. G., Serendero, I., Sartoris, F. J., Fischer, T., Knust, R., Johansen, T., and Portner, H. O. (2003). Temperature adaptation in eurythermal cod (Gadus morhua): a comparison of mitochondrial enzyme capacities in boreal and Arctic populations. Mar. Biol. 142, 589–599.

Le Corre, N., Pepin, P., Burmeister, A., Walkusz, W., Skanes, K., Wang, Z., Brickman, D. and Snelgrove, P.V., 2020. Larval connectivity of northern shrimp (*Pandalus borealis*) in the Northwest Atlantic. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 77(8), pp.1332-1347.

Lévesque, B., Fontan, J.-M., & Klein, J.-L. (eds) (2014). L'innovation sociale : les marches d'une construction théorique et pratique. Quebec, CA: Presses de l'Université du Québec.

Lipsig-Mummé, C. 2013. Climate@Work (Labour in Canada). Fernwood Publishing

Madeira, D., Mendonça, V., Dias, M., Roma, J., Costa, P. M., Diniz, M. S., & Vinagre, C. (2014). Physiological and biochemical thermal stress response of the intertidal rock goby Gobius paganellus. Ecological Indicators, 46, 232–239. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.06.029

Magozzi, S., Calosi, P., 2015. Integrating metabolic performance, thermal tolerance, and plasticity enables for more accurate predictions on species vulnerability to acute and chronic effects of global warming. Glob. Chang. Biol. 21, 181–194. https://doi.org/10.1111/gcb.12695

Martinez, I., Skjeldal, T.O., Aljanabi, S.M. (1997). Genetic structuring of *Pandalus borealis* in the NE-Atlantic. II. RAPD analysis. ICES CM 1997/T:24.

McGowan, K., & Westley, F. (2015). At the root of change: The history of social innovation. In Nicholls, A., Simon, J., & Gabriel, M. (eds), New frontiers in social innovation research (pp. 52-68). London, UK: Palgrave Macmillan.

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (2015). Monographie de l'industrie de la crevette nordique au Québec, 37pp.

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (2020). Portrait-diagnostic sectoriel de l'industrie de la crevette nordique au Québec, 27 p.

Martinez, I., Skjeldal, T.O., Aljanabi, S.M. (1997). Genetic structuring of Pandalus borealis in the NE-Atlantic. II. RAPD analysis. ICES CM 1997/T:24

Miller, N. J., Rice-Evans, C., & Davies, M. J. (1993). A new method for measuring antioxidant activity. Biochemical Society Transactions, 21(2), 95S-95S. https://doi.org/10.1042/bst021095s

Ministère des Pêches et des Océans Canada (MPO). (2015) Commercial Fisheries. (Landings). http://www.dfo-mpo.gc.ca/stats/commercial/land- debarq/sea-maritimes/s2015av-eng.htm

Ministère des Pêches et des Océans Canada (MPO). (2016) a. Évaluation de la crevette nordique (Pandalus borealis) dans les zones de pêche de la crevette 4 à 6 et de la crevette ésope (Pandalus montagui) dans la zone de pêche de la crevette 4

Ministère des Pêches et des Océans Canada (MPO). (2016) b. Évaluation des stocks de crevette nordique de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent en 2015. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2016012.

Ministère des Pêches et des Océans Canada (MPO). (2018). Tableau PEC022 : Débarquements par sous-secteur. Ottawa, ON : Gouvernement du Canada.

Moulaert, F., MacCallum, D., & Hillier, J. (2013). Social innovation: intuition, precept, concept, theory and practice. In Moulaert, F., MacCallum, D., Mehmood, A., & Hamdouch, A. (eds), The International Handbook on Social Innovation. Collective Action, Social Learning and Transdisciplinary Research (pp. 13-24). Cheltenham, UK: Edward Elgar.

Mulgan, G. (2006). The process of social innovation. Innovations: technology, governance, globalization, 1(2), 145-162.

Mucci, A., Starr, M., Gilbert, D., Sundby, B., 2011. Acidification of Lower St. Lawrence estuary bottom waters. Atmos. - Ocean 49, 206–218. https://doi.org/10.1080/07055900.2011.599265

Mulgan, G. (2006). The Process of Social Innovation. Innovations : Technology, Governance, Globalization, 1(2), 145-162. https://doi.org/10.1162/itgg.2006.1.2.145

Nicholls, A., Simon, J., & Gabriel, M. (2015). Introduction: Dimensions of Social Innovation. In Nicholls, A., Simon, J., & Gabriel, M. (eds), New frontiers in social innovation research (pp. 1-26). London, UK: Palgrave Macmillan.

Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. Science, 325(5939), 419-422. https://doi.org/10.1126/science.1172133

Pauly D, Cheung WWL. 2017. Sound physiological knowledge and principles in modeling shrinking of fishes under climate change. Glob Change Biol, 24: e15–e26.

Pillet, M., Dupont-Prinet, A., Chabot, D., Tremblay, R., Audet, C., 2016. Effects of exposure to hypoxia on metabolic pathways in northern shrimp (Pandalus borealis) and Greenland halibut (Reinhardtius hippoglossoides). J. Exp. Mar. Bio. Ecol. 483, 88–96. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2016.07.002

Portner HO, Lannig G. 2009. Chapter 4 Oxygen and Capacity Limited Thermal Tolerance. In: Richards JG, Farrell AP, Brauner CJ, editors. Fish Physiology. Academic Press; pp. 143–191.Pörtner, H.O. (2010). Oxygen- and capacity-limitation of thermal tolerance: a matrix for integrating climate-related stressor effects in marine ecosystems. J. Exp. Biol. 213, 881–893.

Queirós, A. M., J. A. Fernandes, S. Faulwetter, J. Nunes, S. P. Rastrick, N. Mieszkowska, Y. Artioli, A. Yool, P. Calosi, and C. Arvanitidis. 2015. Scaling up experimental ocean acidification and warming research: from individuals to the ecosystem. Global Change Biology 21:130-143.

R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Found. Stat. Comput. Vienna, Austria.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

Rasmussen, T., Thollesson, M., Nilssen, E.M., 1993. Preliminary investigations on the population genetic differentiation of the deep water prawn, Pandalus borealis (Krøyer, 1838), from Northern Norway and the Barents Sea. ICES CM 1993/K:11.

Richez-Battesti, N., Petrella, F., & Vallade, D. (2012). L'innovation sociale, une notion aux usages pluriels : Quels enjeux et défis pour l'analyse ? Innovations, 38(2), 15. https://doi.org/10.3917/inno.038.0015

Rödder D & Engler JO. 2011. Quantitative metrics of overlaps in Grinnellian niches: advances and possible drawbacks. Glob Ecol Biogeogr, 20(6), 915-927.

Saucier, C., Lemmssaoui, A., Bouchard M. J., Fontan, J.-M., Jouve, B., Klein, J.-L., ... Mendell, M. (2007). Axe 3 – Développement et territoire. In: Klein, J.-L., & Harrisson, D. (eds.), L'innovation sociale. Émergences et effets sur la transformation des sociétés (pp. 377-395). Quebec, CA: Presses de l'Université du Québec.

Savard, L. H. Bouchard et P. Couillard (2003). Revue de la pêche à la crevette nordique (Pandalus Borealis) dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent pour la période de 1965-2000. Rapp. tech. can sci. halieu. aquat. 2465 : viii + 143 p.

Savenkoff, C., Morin, B., Chabot, D., & Castonguay, M. (2006). Main prey and predators of redfish (Sebastes spp.) in the northern Gulf of St. Lawrence during the mid-1980s, mid-1990s, and early 2000s. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci, 2648.

Schumpeter, J. (1990). Capitalisme, socialisme et démocratie. PAYOT.

Smit, B., & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. Global Environmental Change, 16(3), 282-292. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008

Smith, P. K., Krohn, R. I., Hermanson, G. T., Mallia, A. K., Gartner, F. H., Provenzano, M., et al. (1985). Measurement of protein using bicinchoninic acid. Analytical biochemistry, 150(1), 76-85.

Soubirou, M., & Alberio, M. (2020). Indigenous northern shrimp community fisheries in Eastern Quebec: a cooperative and sustainable socially innovative model for facing the effects of global changes. Environmental Policy and Governance. Article soumis pour publication.

Steffen, W., Sanderson, R. A., Tyson, P. D., Jäger, J., Matson, P. A., Moore III, B., ... Wasson, R. J. (2004). Executive Summary: Global Change and the Earth System. A Planet under Pressure. Stockholm, SE: IGBP Secretariat, Royal Swedish Academy of Sciences.

Stocker, B. D., Roth, R., Joos, F., Spahni, R., Steinacher, M., Zaehle, S., ... & Prentice, I. C. (2013). Multiple greenhouse-gas feedbacks from the land biosphere under future climate change scenarios. Nature Climate Change, 3(7), 666-672.

Svendsen, M.B.S., Bushnell, P.G., Steffensen, J.F., 2016. Design and setup of intermittent-flow respirometry system for aquatic organisms. J. Fish Biol. 88, 26–50. https://doi.org/10.1111/jfb.12797

Tai TC, Harley CDG, Cheung WWL. 2018. Comparing model parameterizations of the biophysical impacts of ocean acidification to identify limitations and uncertainties. Ecol Model, 385: 1–11.

Thibeault, M., Blier, P. U. and Guderley. H. (1997). Seasonal variation of muscle metabolic organization in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Fish Physiol. Biochem., 16(2), 139-155.

Toye, M., & Chaland, N. (2006). CED in Canada: Review of Definitions and Profile of Practice. In Shragge, E., & Toye, M. (eds), Community economic development: Building for social change. Sydney, CA: Cape Breton University Press.

Turner, B. L., Kasperson, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J. X., Luers, A., Martello, M. L., Polsky, C., Pulsipher, A., & Schiller, A. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. Proceedings of the National Academy of Sciences, 100(14), 8074-8079. https://doi.org/10.1073/pnas.1231335100

Vinagre, C., Madeira, D., Mendonça, V., Dias, M., Roma, J., & Diniz, M. S. (2014). Effect of temperature in multiple biomarkers of oxidative stress in coastal shrimp. Journal of Thermal Biology, 41, 38–42. https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2014.02.005

Virapongse, A., Brooks, S., Metcalf, E. C., Zedalis, M., Gosz, J., Kliskey, A., & Alessa, L. (2016). A social-ecological systems approach for environmental management. Journal of Environmental Management, 178, 83-91. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.02.028

Warren D L, Glor RE & Turelli, M. 2008. Environmental niche equivalency versus conservatism: quantitative approaches to niche evolution. Evolution, 62(11), 2868-2883.

Warren DL, Beaumont LJ, Dinnage R, & Baumgartner J. 2019. New methods for measuring ENM breadth and overlap in environmental space. Ecography, 42(3), 444-446.

Wilson, T.J., Cooley, S.R., Tai, T.C., Cheung, W.W. and Tyedmers, P.H., 2020. Potential socioeconomic impacts from ocean acidification and climate change effects on Atlantic Canadian fisheries. PloS one, 15(1), p.e0226544.

Annexe 1 : Objectifs et tâches proposées en début de projet

Volet 1 : Effets des changements climatiques et globaux et déplacement géographique de la crevette nordique

Tâche 1.1 : Déterminer les impacts de différents niveaux de température et de concentration en oxygène sur la survie, la croissance, le métabolisme, les réserves énergétiques et le stress oxydatif de différentes populations de crevette nordique.

Tâche 1.2 : Caractériser la structure génétique des populations étudiées pour soutenir l'interprétation des données de la tâche 1.1 et construire une librairie d'échantillons pour de futures études de génomique et transcriptomique.

Tâche 1.3 : Déterminer à travers la modélisation biogéographique les potentiels déplacements géographiques et changements d'abondance des populations le long du gradient latitudinal.

Tâche 1.4 : Déterminer les impacts des changements globaux sur la qualité nutritionnelle et sensorielle (goût, odeur, texture, visuel) des crevettes nordiques.

Volet 2 : Retombées socio-économiques des effets des changements climatiques et globaux sur la pêcherie de crevette nordique

Tâche 2.1 : Mise en perspective de l'état actuel de l'industrie de la crevette nordique. Récolte de données sur le volume économique, les conditions du marché du travail et ses caractéristiques démographiques.

Tâche 2.2 : Repérer, analyser et comprendre la manière dont les différents opérateurs du secteur (pêcheurs, institutions, gestionnaires, etc.) comprennent et essayent d'intégrer ou de faire appliquer les enjeux concernant les effets annoncés des changements climatiques sur l'espèce, ainsi que sur les activités commerciales.

Tâche 2.3 : Prédire les impacts socio-économiques des changements climatiques et globaux sur l'activité de la pêcherie et les communautés côtières par modélisation à l'échelle régionale (indice de sensibilité de l'emploi et capacité d'adaptation de la communauté).

Tâche 2.4 : Repérer au Québec, au Canada et ailleurs des actions, des pratiques institutionnelles et professionnelles existantes et émergentes, visant à répondre aux enjeux du changement climatique et à leurs effets potentiels sur l'activité de pêche, ainsi que sur les communautés (professionnelle et locale) qui exploitent ces espèces prochainement « menacées ».

Volet 3 : Aide à l'identification de stratégies d'adaptation et diffusion

Tâche 3.1 : Informer les bénéficiaires et les utilisateurs des problèmes et défis auxquels ils devront faire face.

Tâche 3.2 : Proposer, discuter et concevoir en consultation avec les différents acteurs des stratégies de gestion et de conservation à long terme pour répondre aux enjeux des changements climatiques et globaux sur les dimensions économique, territoriale et communautaire de la pêcherie de crevette nordique.

Tâche 3.3 : Présenter aux décideurs politiques, à l'industrie de la transformation ainsi qu'à l'opinion publique la relation existante entre la vulnérabilité de l'espèce, celle de l'industrie de pêche et la vulnérabilité des communautés côtières tout en identifiant des formes d'apprentissage et de partage de nouvelles pratiques.

Annexe 2 : Méthodologie en lien avec la transcriptomique et la génomique
(source : Geneviève Parent)

GENOMICS TRANSCRIPTOMICS

RNA extraction, storage and characterization

Frozen tissue from the tail were grinded in liquid nitrogen with a mortar and pestle. RNA was extractedusing Qiazol RNA extraction reagent (Qiagen) as described in the manufacturer's protocol. Pellets were suspended in 60 µl of RNAse free water and stored at -80°C until quality characterization. The RNA was quantified with a spectrophotometer (NanoDrop, Technologies Inc.) at wavelengths of 230, 260, and 280 nm. The integrity of total RNA was verified on a 2100 bioanalyzer system on RNA 6000 Nano chip (Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA). Each RNA extract was normalized to a concentration of 100 ng/µL. A pool of equimolar concentration (except males X2) of the 120 RNA extracts was prepared. Samples were then sent to Genome Québec (Ref) in dry ice for libraries preparation and sequencing.

Libraries and sequencing

Upon arrival, the integrity of total RNA was verified on a 2100 bioanalyzer system on RNA 6000 Nano chip (Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA). A total of 61 libraries (RNA extracts from 60 individuals and one pool) NEB mRNA stranded (Illumina) were prepared following manufacturer's instructions. library fragment size distribution as well as detection of adapter dimer molecules were analysed with an Agilent Bioanalyzer 2100 using High Sensitivity DNA chips (Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA). The 61 libraries were then sequenced with one cell of Illumina NovaSeq 6000 S4 PE 100 bp technology. Sequencing units were of 0.013 and 0.25 for the 60 libraries for each individual and the pool, respectively.

Transcriptome assembly and annotation

De novo transcriptome assembly was achieved based on the pipeline described by Haas et al. (2013) and the Trinity assembly software suite. In brief, raw reads were trimmed using Trimmomatic software v0.35 (Bolger et al. 2014) from the 3' end to have a minimum Phred score of 30 and a minimum length of 50 bp. Normalization was performed using the Trinity normalization utility v2.0.4 (Haas et al. 2013). Transcripts were annotated with the Trinotate suite v2.0.2 (Haas et al. 2013) based on a homology search to known sequence data (BLAST+/SwissProt/Uniref90), protein domain identification (HMMER/PFAM), protein signal peptide and transmembrane domain prediction (signalP/tmHMM), and comparison to currently curated annotation databases (EMBL UniProt eggNOG/GO Pathways databases). Each transcript was aligned against the 1) uniprot_sprot.trinotate_v2.0.pep protein database using the BLASTx program from the NCBI BLAST family (https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi) and 2) a custom QCYY01P.1.fsa_aa (*Penaeus vannamei*) protein database. Annotation was assigned to the longest putative coding transcript based on the best BLAST hit with an associated gene name and an Expect (E) value cut-off < 1e-5 whenever possible. All of the above described analyses were performed through the use of the GenPipes pipeline framework [PMID: 31185495].

Annexe 3:

RAPPORT-SYNTHÈSE DE L'ACCOMPAGNEMENT EN MOBILISATION DES CONNAISSANCES

PRÉSENTÉ À MARCO ALBERIO, FANNY NOISETTE ET PIERO CALOSI

31 mars 2021

Accompagner l'équipe de recherche du projet « Vulnérabilité des populations de crevette nordique (Pandalus borealis) aux changements climatiques et globaux le long de la côte Est du Canada : de la ressource naturelle aux communautés côtières » à déployer une stratégie de mobilisation des connaissances porteuse.

SEKHA
Pour des collectivités durables

Pascale Geoffroy
Catalyseur de changement

581 624.9450 ● pascale@sekha.ca ● www.sekha.ca

ANNEXE 4 : GRILLES D'ENTREVUES

1. Grille d'entretiens individuels aux <u>gestionnaires et chercheurs:</u>

Introduction

Nous allons aujourd'hui nous entretenir avec vous au sujet de la pêche à la crevette nordique et des changements globaux. Cet entretien aura comme convenu une durée d'environ 1h30. Bien que vous nous ayez au préalable donné votre consentement pour participer à cette recherche, nous vous rappelons que cet entretien est enregistré et que vous êtes libre de ne pas répondre à certaines questions ou de retirer votre consentement à tout moment, y compris après l'entretien. N'hésitez pas également à nous demander des précisions si certaines questions vous semblent manquer de clarté.

Partie 1 : Présentation du participant et de l'industrie

1. Présentation, expérience dans le domaine de la crevette nordique.
2. Quel est votre travail (tâches précises, mandats et régions couvertes) dans le secteur de la crevette nordique?
3. Quelle est l'importance, la place, de manière générale, de la pêche à la crevette nordique au Canada, au Québec et dans votre région? Que représente la crevette nordique dans la région (de manière générale : économiquement et socialement; symbole; identité?)?

4. Qu'est-ce qui <u>distingue l'industrie de la crevette</u> de celles des autres ressources halieutiques?
    a. Sa valeur économique, le volet culturel, la demande, les techniques de pêche, le type de gestion, etc. par rapport à d'autres pêches.

Partie 2 : Enjeux de gestion de la pêche à la crevette nordique et pérennité

1. Quels sont les <u>enjeux économiques</u> autour de la crevette et de son exploitation?
    - Économie régionale, retombées économiques, emplois en lien, etc.
    - Problématique du marché fluctuant et volatile vs. fixation du prix de la crevette?
    - Saison de pêche (début à date fixe, etc.)?
    - Processus de pêche, congélation, glace? Est-ce adéquat? Serait-il possible de faire mieux?
    - Processus de transformation et nouvelles avenues de commercialisation? Mise en marché?

2. Quels sont les <u>enjeux sociaux</u> autour de la crevette et de son exploitation?
    - Maintien d'un niveau de vie acceptable, chômage, instabilité sociale, problème social, mauvaise condition, division du travail (homme-femme; terre-mer) et gestion de l'activité de pêche et de la famille, etc.
    - Problématique sociale avec le manque de relève/ dépeuplement des régions?
    - Comment la communauté (et vous et vos collègues) percevez-vous les pêcheurs de crevette? Comment percevez-vous les différents acteurs de la pêche à la crevette?

3. Quels sont les <u>enjeux environnementaux</u> associés à la crevette et son exploitation?
    - Est-ce que vous pensez que les changements climatiques ont un effet sur la pêche à la crevette?
        i. Si oui, comment? Plus que d'autres pêches?

- Enjeu sur la qualité de la crevette?
- Est-ce que d'autres enjeux globaux affectent la crevette (p. ex., acidification, augmentation des prédateurs, méthode et / ou effort de pêche)?

4. Quels sont les enjeux propres à votre région en général?
    - Quels sont les enjeux propres à votre région face aux changements climatiques (p.ex., érosion? Perte des routes et de la mobilité?)?
    - Y a-t-il d'autres enjeux globaux (p. ex., exode rural, perte de services) qui affectent la viabilité de votre région?

5. Quel est l'état des relations entre les différents acteurs dans le secteur de la pêche à la crevette? Par exemple : entre pêcheurs de crevettes, entre pêcheurs d'espèces différentes (pêche au sébaste), entre pêcheurs et transformateurs, entre pêcheurs et institutions (MPO, MAPAQ)?
    - Entre pêcheurs non-autochtones et autochtones
    - Compétition, entraide, intolérance, adversité, coopération, etc.

Partie 3 : Enjeux de protection et de gestion de la crevette dans un contexte de changements climatiques

6. Est-ce que vous estimez comprendre les modes de reproduction et de survie de la crevette? Sinon, est-ce qu'il y a des actions et outils (formations, etc.) qui sont mis, ou qui devraient être mis en place pour les informer?
    - En auriez-vous besoin pour améliorer votre travail? Quel type d'actions et d'outils souhaiteriez-vous? Votre organisation développe-t-elle ce type d'actions et d'outils présentement (ou le prévoit-elle dans le futur)?
    - Est-ce que vous êtes en mesure de <u>percevoir</u> les futurs changements de l'écosystème de la crevette, entre autres les changements climatiques?

Partie 4 : Prévention et actions pour gérer et protéger la crevette nordique

7. Pensez-vous que la crevette nordique a besoin d'être (mieux) protégée?
8. Quelles sont les <u>mesures légales déjà</u> mises en place pour gérer et protéger la crevette?
    - Lois, règlements, normes, mesures obligatoires et contraignantes.
    - Quelles sont leurs limites?
    - Devrait-il y en avoir d'autres ou devraient-elles être modifiées? Si oui, en quel sens?

9. Existe-t-il à votre connaissance des <u>mesures non réglementaires (plus volontaires)</u> qui encadrent l'activité de la pêche de la crevette? Y participez-vous (votre organisation)? Si oui, de quelle manière?
    - Actions volontaires, programmes, concertation, planification, plan d'action, sensibilisation, outils incitatifs $$$, etc.
    - Si oui, comment sont-elles évaluées et quelles sont leurs limites?

10. Existe-t-il <u>des actions déjà réalisées ou en cours</u> (ou inspirées de d'autres pêches) de réalisation que vous considérez comme <u>innovantes</u> pour la pérennité de l'industrie de la crevette?
    - Des actions pouvant aider l'industrie de la crevette, mais sortant du cadre « régulier » des opérations de pêche et de transformation.
    - Quel est le rôle de votre organisation sur cet enjeu? Des autres acteurs?

Partie 5 : Assurer la pérennité de la crevette nordique et de son activité économique

11. Offrez-vous des services d'aide (financière, ou permettant d'alléger les dépenses ou d'améliorer l'efficacité ou la sécurité) aux pêcheurs?
12. Est-ce que la population locale/régionale est sensible aux enjeux climatiques liés à l'industrie de la pêche?

13. Quelles sont, dans votre région, les institutions non gouvernementales ayant pour mandat d'outiller les acteurs de l'industrie de la pêche à répondre à une situation de changements climatiques?

14. Qui sont les acteurs locaux ayant des compétences et savoir-faire utiles pour répondre à certaines de ces problématiques d'ordre économique, environnemental, mais aussi social? (MRC, SADC, Commission scolaire, groupes citoyen et associations, etc.) Sont-ils faciles d'accès, et leur savoir est-il facilement mobilisable?

15. Nous recommandez-vous de rencontrer **d'autres intervenants** du secteur de la pêche, de la transformation ou de la gestion de la crevette nordique, en Gaspésie, au Bas Saint-Laurent ou sur la Côte Nord? (Noms, titres, coordonnées)

16. Avez-vous des questions ou suggestions pour la poursuite de notre étude?

Merci.

1. Grille d'entretiens individuels aux <u>pêcheurs allochtones:</u>

Introduction

Nous allons aujourd'hui nous entretenir avec vous au sujet de la pêche à la crevette nordique et des changements globaux. Cet entretien aura comme convenu une durée d'environ 1h30. Bien que vous nous ayez au préalable donné votre consentement pour participer à cette recherche, nous vous rappelons que cet entretien est enregistré et que vous êtes libre de ne pas répondre à certaines questions ou de retirer votre consentement à tout moment, y compris après l'entretien. N'hésitez pas également à nous demander des précisions si certaines questions vous semblent manquer de clarté.

Partie 1 : Présentation du participant et de l'industrie

1. Présentation, expérience dans le domaine de la crevette nordique.

2. Quel est votre travail (tâches précises et mandats) dans le secteur de la crevette nordique? Les points positifs et négatifs

3. Quelle est votre zone de pêche? Dans quel secteur (*avoir carte et identifier*)?

4. Quel est l'importance, la place, de manière générale, de la pêche à la crevette nordique au Canada, au Québec et dans votre région? Que représente la crevette nordique dans la région (de manière générale : économiquement et socialement; symbole; identité?)?

5. Qu'est-ce qui <u>distingue l'industrie de la crevette</u> de celles des autres ressources halieutiques?
    a. Sa valeur économique, le volet culturel, la demande, les techniques de pêche, etc. par rapport à d'autres pêches.

Partie 2 : Enjeux de gestion de la pêche à la crevette nordique et pérennité

1. Quels sont les <u>enjeux économiques</u> autour de la crevette et de son exploitation?
    - Économie régionale, retombées économiques, emplois en lien, etc.
    - Problématique du marché fluctuant et volatile vs. fixation du prix de la crevette?
    - Saison de pêche (début à date fixe, etc.)?
    - Processus de pêche, congélation, glace? Est-ce adéquat? Serait-il possible de faire mieux?
    - Processus de transformation et nouvelles avenues de commercialisation?
    - Est-ce que le fait d'avoir un seul permis limite le développement des entreprises de pêcheurs?
    - Recrutement pour la rentabilité de l'entreprise?
    - Mise en marché?

2. Quels sont les <u>enjeux sociaux</u> autour de la crevette et de son exploitation?
    - Maintien d'un niveau de vie acceptable, chômage, instabilité sociale, problème social, mauvaise condition, division du travail (homme-femme; terre-mer) et gestion de l'activité de pêche et de la famille, etc.
    - Problématique sociale avec le manque de relève/ dépeuplement des régions?
    - Avez-vous une relève? Explication des mécanismes et processus de relève

3. Quels sont les enjeux environnementaux associés à la crevette et son exploitation?
    - Est-ce que vous pensez que les changements climatiques ont un effet sur la pêche à la crevette?
        i. Si oui, comment? Plus que d'autres pêches?
    - Enjeu sur la qualité de la crevette?
    - Est-ce que d'autres enjeux globaux affectent la crevette (p. ex., acidification, augmentation des prédateurs, méthode et / ou effort de pêche)?

4. Quels sont les enjeux propres à votre région en général?
    - Quels sont les enjeux propres à votre région face aux changements climatiques (p.ex., érosion? Perte des routes et de la mobilité?)?
    - Y a-t-il d'autres enjeux globaux (p. ex., exode rural, perte de services) qui affectent la viabilité de votre région?

5. Quel est l'état des relations entre les différents acteurs dans le secteur de la pêche à la crevette? Par exemple : entre pêcheurs de crevettes, entre pêcheurs d'espèces différentes (pêche au sébaste), entre pêcheurs et transformateurs, entre pêcheurs et institutions (MPO, MAPAQ)?
    - Entre pêcheurs non-autochtones et autochtones
    - Compétition, entraide, intolérance, adversité, coopération, etc.

6. Comment considérez-vous la relation que les pêcheurs entretiennent avec les transformateurs de crevettes? Y a-t-il beaucoup de conflits (p. ex., à propos des prix de vente)? Et entre les propriétaires et les employés des pêches (salaires peut-être pas assez attractifs pour garder les meilleurs pêcheurs)?

Partie 3 : Enjeux de protection et de gestion de la crevette dans un contexte de changements climatiques

7. Est-ce que vous estimez comprendre les modes de reproduction et de survie de la crevette? Sinon, est-ce qu'il y a des actions et outils (formations, etc.) qui sont mis, ou qui devraient être mis en place pour les informer?
    - Est-ce que les pêcheurs expriment des besoins dans ce sens?
    - Est-ce que vous êtes en mesure de percevoir les futurs changements de l'écosystème de la crevette, entre autres les changements climatiques?

Partie 4 : Prévention et actions pour gérer et protéger la crevette nordique

8. Pensez-vous que la crevette nordique a besoin d'être (mieux) protégée?
9. Quelles sont les mesures légales déjà mises en place pour gérer et protéger la crevette?
    - Lois, règlements, normes, mesures obligatoires et contraignantes.
    - Sont-elles respectées par l'industrie et les pêcheurs?
    - Quelles sont les conséquences dans le cas d'un non-respect?
    - Quelles sont leurs limites?
    - Devrait-il y en avoir d'autres ou devraient-elles être modifiées? Si oui, en quel sens?

10. Existe-t-il des mesures non réglementaires (plus volontaires) qui encadrent l'activité de la pêche de la crevette?
    - Actions volontaires, concertation, planification, plan d'action, sensibilisation, outils incitatifs $$$, etc.
    - Si oui, comment sont-elles évaluées?
    - Si oui, quelles sont leurs limites?

11. En ce qui concerne les pratiques (durée de la pêche, temps sur l'eau, gestion du personnel, temps de travail, atteinte des quotas) :
    - Avez-vous observé des changements quand une ressource devient ou risque de devenir plus rare?
    - Avez-vous eu l'occasion de changer vos pratiques? Si oui, comment?
    - Est-ce qu'on vise une plus grande qualité du produit? Si oui comment? (amélioration de la technique de pêche, amélioration de la conversation et réduction des temps de permanence sur le bateau)
    - Est-ce qu'on donne davantage attention aux problèmes environnementaux et de conservation de l'espèce?
    - On essaie d'améliorer les technologies?
    - Aller vers d'autres types de pêche est-il facile ou faisable?

12. Existe-t-il des actions déjà réalisées ou en cours (ou inspirées de d'autres pêches) de réalisation que vous considérez comme innovantes pour la pérennité de l'industrie de la crevette?
    - Des actions pouvant aider l'industrie de la crevette, mais sortant du cadre « régulier » des opérations de pêche et de transformation.
    - Comment percevez-vous le rôle des Associations de pêcheurs sur cet enjeu? Des autres acteurs?

Partie 5 : Assurer la pérennité de la crevette nordique et de son activité économique

13. Quelle est votre capacité financière à faire face au nouveau contexte en changement ?

14. Estimez-vous avoir les outils et l'aide (capacité technique) nécessaires?
15. Est-ce que la population locale/régionale est sensible aux enjeux climatiques liés à l'industrie de la pêche?

16. Quelles sont, dans votre région, les institutions non gouvernementales ayant pour mandat d'outiller les acteurs de l'industrie à répondre à une situation de changements climatiques?

17. Qui sont les acteurs locaux ayant des compétences et savoir-faire utiles pour répondre à certaines de ces problématiques d'ordre économique, environnemental, mais aussi social? (MRC, SADC, Commission scolaire, groupes citoyen et associations, etc.) Sont-ils faciles d'accès, et leur savoir est-il facilement mobilisable?
18. Nous recommandez-vous de rencontrer **d'autres intervenants** du secteur de la pêche, de la transformation ou de la gestion de la crevette nordique, en Gaspésie, au Bas Saint-Laurent ou sur la Côte Nord? (Noms, titres, coordonnées)
19. Avez-vous des questions ou suggestions pour la poursuite de notre étude?
    Merci.

Grille d'entretien – Salariés des pêches autochtones

Notes :

**L'utilisation du genre masculin a été adoptée afin d'alléger le texte et n'a aucune intention discriminatoire.*

** Les métiers de la pêche autochtone à la crevette nordique sont ici considérés dans toute leur variété (ex. pêcheurs, aide-pêcheurs, capitaines, membres du personnel administratif, coordonnateurs, etc.).*

Introduction

Nous allons aujourd'hui nous entretenir avec vous au sujet de la pêche autochtone à la crevette nordique et des changements globaux. Cet entretien aura comme convenu une durée d'environ 1h30. Bien que vous nous ayez au préalable donné votre consentement pour participer à cette recherche, nous vous rappelons que cet entretien est enregistré et que vous êtes libre de ne pas répondre à certaines questions ou de retirer votre consentement à tout moment, y compris après l'entretien. N'hésitez pas également à nous demander des précisions si certaines questions vous semblent manquer de clarté.

A – Présentation

Je vous propose d'aborder premièrement vos activités professionnelles…

- Pourriez-vous vous présenter et présenter votre activité professionnelle? Quel métier exercez-vous? Depuis quand?
- Quel est le fonctionnement de l'entreprise dans laquelle vous travaillez?

    Relances :

    Acteurs et ressources impliqués/mobilisés? Rôles et relations? Localisations? Indicateurs économiques, etc.?

    Pourriez-vous décrire votre journée de travail / semaine type? Quel temps passez-vous à chaque activité, etc.?

- Pourriez-vous décrire votre filière de façon plus large? Quels en sont les acteurs? Quelles ressources sont mobilisées? Où sont-ils localisés ?

B - Perception des changements globaux

Nous allons maintenant aborder votre perception des changements globaux…

- Avez-vous perçu des changements – de tous ordres - dans votre activité professionnelle ces dernières années ?

Si pas de changements perçus

Que pensez-vous de la diminution des quotas de pêche ces dernières années? Selon vous quelles sont les raisons de cette baisse?

Si des changements sont perçus

De quels changements s'agit-il? Depuis quand?

Selon vous quelles en sont les causes?

Pourquoi pensez-vous que les éléments mentionnés sont les causes de ces changements? Quels sont les indices qui vous amènent à penser de cette façon?

Est-ce que ces changements sont problématiques selon vous et/ou pour vous et/ou d'autres acteurs de votre filière? Pourquoi? Quelles sont les caractéristiques précises de ces problèmes (quantifier si possible)?

C – Adaptation des pratiques socio-professionnelles

Nous allons maintenant parler de moyen par lesquels vous essayez ou non de vous adapter aux changements que vous avez évoqués plus tôt…

- Avez-vous modifié vos pratiques professionnelles du fait de ces changements ?

  Si non

  Pensez-vous devoir le faire dans le futur. A quelle échéance?

  Si oui

  Relancer en lien avec les différents fonctionnements évoqués dans la partie A. Quels acteurs sont impliqués dans ces modifications (en interne et en externe)? Quels changements dans les collaborations? Quelles ressources mobilisées (ou démobilisées)? Comment fonctionniez-vous avant les modifications évoquées ?

- Considérez-vous ces modifications comme choisies ou subies?

  Si elles sont subies

  Qui et/ou quoi vous les impose et par quels moyens?

  Si elles sont choisies

  Quelles sont les considérations qui guident ce choix?

- Certaines contraintes limitent-elles votre capacité à modifier vos pratiques pour vous adapter? Quelles sont ces limites? Sont-elles dépassables?

  Si oui

  Qu'est-ce qui permettrait selon vous de les dépasser?

Il y a-t-il des données scientifiques qui vous semblent particulièrement utiles en ce sens?

A quel horizon temporel des prévisions quant à l'affluence des stocks de crevettes nordiques dans les zones où vous pêchez vous intéresserait le plus?

Les données techniques et scientifiques auxquelles vous avez jusqu'à maintenant eu accès vous semblent/ont-elles semblées accessibles et compréhensibles? Pourquoi? Qu'est-ce qui permettrait selon-vous de les rendre plus accessibles/compréhensibles?

Si non

Quel avenir envisagez-vous pour vous et au-delà pour l'entreprise au sein de laquelle vous travaillez?

- Considérez-vous les modifications évoquées comme efficaces ou non et pour quelles raisons?

D - Organisation communautaire des pêches autochtones et adaptation aux changements globaux

Nous allons maintenant aborder l'organisation communautaire des pêches autochtones et ses effets dans le contexte des changements évoqués auparavant…

- Est-ce que le fait que l'entreprise de pêche où vous travaillez appartienne à la communauté facilite ou freine selon-vous l'adaptation aux changements dont vous nous avez parlé? Pourquoi? Comment?
- Comment sont prises les décisions dans l'entreprise?
- La question de l'adaptation est-elle perçue comme un enjeu à l'échelle de l'entreprise? Si oui, comment? Si non, pourquoi selon vous?

E – Relations entre acteurs autochtones et allochtones

Nous allons maintenant parler des relations entre acteurs autochtones et allochtones de la pêche…

- Décrivez-moi les relations entre les acteurs autochtones et allochtones de la pêche à la crevette nordique.

- Existe-il des tensions? Si oui, entre quels acteurs? Quelles en sont les causes? Avez-vous des exemples?

- Existe-il des rapprochements ou des collaborations entre acteurs autochtones et allochtones? Si oui, entre quels acteurs plus spécifiquement? Quelles sont les raisons de ces collaborations? Qu'est-ce qui les rend possibles selon-vous? Avez-vous des exemples?

- Selon vous, comment se déclineront ces relations dans 10 ans?

F – Pêche à la crevette nordique et développement local

Nous allons maintenant parler du rôle de la pêche à la crevette nordique dans le développement local…

- Selon vous, quelque chose s'est-il transformé dans la communauté à laquelle appartient l'entreprise pour laquelle vous travaillez depuis que la pêche à la crevette nordique y est pratiquée?

  Si des transformations sont relevées

  Pourriez-vous décrire ces transformations? (acteurs, thématiques, ressources, mécanismes, etc.).

  Que pensez-vous de ces transformations et de leurs modalités? Ces transformations sont-elles positives ou négatives selon-vous ? Pourriez-vous expliquer votre opinion? Quels sont vos critères d'évaluation?

- Selon vous, quelque chose s'est-il transformé dans la région depuis que la pêche à la crevette nordique y est pratiquée par les communautés autochtones?

  Si des transformations sont relevées

  Pourriez-vous décrire ces transformations? (acteurs, thématiques, ressources, mécanismes, etc.).

  Que pensez-vous de ces transformations et de leurs modalités? Ces transformations sont-elles positives ou négatives selon-vous ? Pourriez-vous expliquer votre opinion? Quels sont vos critères d'évaluation?

G – Effets des changements globaux sur la pêche et développement

Nous allons maintenant parler des effets des changements abordés plus tôt sur le développement local…

- Vous avez évoqué plus tôt divers changements *(rappeler les changement évoqués à la partie B)*[1]. Considérez-vous que les effets de ces changements ont ou vont avoir un impact sur la communauté qui possède l'entreprise pour laquelle vous travaillez, au-delà des seuls acteurs de la pêche?

[1] Si aucun changement n'a été évoqué à la partie B, parler de la diminution des stocks de crevette nordique constaté par les biologistes.

(Relancer éventuellement le participant à partir du rôle de la pêche à la crevette nordique dans le développement de la communauté évoqué dans la partie (F)).

Si oui,

Quels sont ou seront selon vous ces impacts?

Considérez-vous que ces impacts sont surmontables ou non par cette communauté et pourquoi?

Si oui,

Selon quelles modalités d'après vous?

- Considérez-vous que les effets des changements évoqués plus tôt *(les rappeler si besoin)* ont ou vont avoir un impact sur la région plus largement, au-delà des seuls acteurs de la pêche?

  (Relancer éventuellement le participant à partir du rôle de la pêche à la crevette nordique dans le développement de la région évoqué dans la partie (F)).

  Si oui,

  Quels sont ou seront selon vous ces impacts?

  Considérez-vous que ces impacts sont surmontables ou non par la région et pourquoi?

  Si oui,

  Selon quelles modalités d'après vous?

H – Initiatives et innovations communautaires et locales

Nous allons enfin aborder les éventuelles initiatives locales d'adaptation aux changements…

- Existe-t-il à votre connaissance des initiatives à l'échelle de la communauté qui possède l'entreprise pour laquelle vous travaillez pour s'adapter ou pour aider les pêcheurs à s'adapter aux changements et impacts évoqués plus tôt *(les rappeler si besoin)*?

  Si oui

  Quelles sont ces initiatives et pourriez-vous les décrire? (acteurs, lieux, depuis quand, effets).

  Ces initiatives vous semblent-elles efficaces? Selon quels critères? Comment pourraient-elles éventuellement être améliorées selon vous?

  Si non

  Pensez-vous que de telles initiatives sont souhaitables? Pour quelles raisons?

  Avez-vous des idées pour de telles initiatives?

- Existe-t-il à votre connaissance des initiatives à l'échelle de la région pour s'adapter ou pour aider les pêcheurs à s'adapter aux changements et impacts évoqués plus tôt *(les rappeler si besoin)*?

  Si oui

  Quelles sont ces initiatives et pourriez-vous les décrire? (Acteurs, lieux, depuis quand, effets).

  Ces initiatives vous semblent-elles efficaces? Selon quels critères? Comment pourraient-elles éventuellement être améliorées selon vous?

  Si non

  Pensez-vous que de telles initiatives sont souhaitables? Pour quelles raisons?

  Avez-vous des idées pour de telles initiatives?

I – Biographie

Pour terminer, j'aurai besoin de recueillir quelques éléments biographiques…

Classe d'âge, genre, statut familial., dimension familiale de l'entreprise.

Grille d'entretien – Représentants des communautés autochtones impliquées

Note : L'utilisation du genre masculin a été adoptée afin d'alléger le texte et n'a aucune intention discriminatoire.

Introduction

Nous allons aujourd'hui nous entretenir avec vous au sujet de la pêche autochtone à la crevette nordique et des changements globaux. Cet entretien aura comme convenu une durée d'environ 1h30. Bien que vous nous ayez au préalable donné votre consentement pour participer à cette recherche, nous vous rappelons que cet entretien est enregistré et que vous êtes libre de ne pas répondre à certaines questions ou de retirer votre consentement à tout moment, y compris après l'entretien. N'hésitez pas également à nous demander des précisions si certaines questions vous semblent manquer de clarté.

A – Présentation

Je vous propose d'aborder tout d'abord votre rôle au sein de votre communauté…

- Pourriez-vous vous présenter et présenter votre rôle au sein de la communauté ? Quel métier exercez-vous? Quelles responsabilités exercez-vous? Depuis quand?

B - Perception des effets des changements globaux sur l'activité de pêche à la crevette nordique

Nous allons maintenant aborder votre perception des changements globaux en lien avec l'activité de pêche à la crevette nordique…

- Avez-vous perçu des changements – de tous ordres - dans l'activité de pêche à la crevette nordique au sein de votre communauté ces dernières années ?

  Si pas de changements perçus

  Que pensez-vous de la diminution des quotas de pêche ces dernières années? Selon vous quelles sont les raisons de cette baisse?

  Si des changements sont perçus

  De quels changements s'agit-il? Depuis quand?

  Selon vous quelles en sont les causes?

  Pourquoi pensez-vous que les éléments mentionnés sont les causes de ces changements? Quels sont les indices qui vous amènent à penser de cette façon?

Est-ce que ces changements sont problématiques selon vous pour les acteurs de la filière? Pourquoi? Quelles sont les caractéristiques précises de ces problèmes (quantifier si possible)?

C - Organisation communautaire des pêches autochtones et adaptation aux changements globaux

Nous allons maintenant aborder l'organisation communautaire des pêches autochtones et ses effets dans le contexte des changements évoqués auparavant…

- Est-ce que le fait que les entreprises de pêche appartiennent aux communautés facilite ou freine selon-vous l'adaptation aux changements dont vous nous avez parlé? Pourquoi? Comment?
- A votre connaissance, comment sont prises les décisions dans l'entreprise de pêche de votre communauté?
- A votre connaissance, la question de l'adaptation est-elle perçue comme un enjeu à l'échelle de l'entreprise? Si oui, comment? Si non, pourquoi selon vous?

D – Relations entre acteurs autochtones et allochtones

Nous allons maintenant parler des éventuelles collaborations entre acteurs autochtones et allochtones de la pêche…

- Décrivez-moi les relations entre les acteurs autochtones et allochtones de la pêche à la crevette nordique.
- Existe-il des tensions? Si oui, entre quels acteurs? Quelles en sont les causes? Avez-vous des exemples?
- Existe-il des rapprochements ou des collaborations entre acteurs autochtones et allochtones? Si oui, entre quels acteurs plus spécifiquement? Quelles sont les raisons de ces collaborations? Qu'est-ce qui les rend possibles selon-vous? Avez-vous des exemples?
- Selon vous, comment se déclineront ces relations dans 10 ans?

E – Pêche à la crevette nordique et développement de local

Nous allons maintenant parler du rôle de la pêche à la crevette nordique dans le développement local…

- Selon vous, quelque chose s'est-il transformé dans votre communauté depuis que la pêche à la crevette nordique y est pratiquée?

  Si des transformations sont relevées

Pourriez-vous décrire ces transformations? (acteurs, thématiques, ressources, mécanismes, etc.).

Que pensez-vous de ces transformations et de leurs modalités? Ces transformations sont-elles positives ou négatives selon-vous ? Pourriez-vous expliquer votre opinion? Quels sont vos critères d'évaluation?

- Selon vous, quelque chose s'est-il transformé dans la région depuis que la pêche à la crevette nordique y est pratiquée par les communautés autochtones?

  Si des transformations sont relevées

  Pourriez-vous décrire ces transformations? (acteurs, thématiques, ressources, mécanismes, etc.).

  Que pensez-vous de ces transformations et de leurs modalités? Ces transformations sont-elles positives ou négatives selon-vous ? Pourriez-vous expliquer votre opinion? Quels sont vos critères d'évaluation?

F – Effets des changements globaux sur la pêche et développement

Nous allons maintenant parler des effets des changements abordés plus tôt sur le développement local…

- Vous avez évoqué plus tôt divers changements *(rappeler les changement évoqués à la partie B)*[1]. Considérez-vous que les effets de ces changements ont ou vont avoir un impact sur votre communauté, au-delà des seuls acteurs de la pêche?

(Relancer éventuellement le participant à partir du rôle de la pêche à la crevette nordique dans le développement de la communauté évoqué dans la partie (E)).

Si oui,

Quels sont ou seront selon vous ces impacts?

Considérez-vous que ces impacts sont surmontables ou non par votre communauté et pourquoi?

Si oui,

Selon quelles modalités d'après vous?

- Considérez-vous que les effets des changements évoqués plus tôt *(les rappeler si besoin)* ont ou vont avoir un impact sur la région plus largement, au-delà des seuls acteurs de la pêche?

(Relancer éventuellement le participant à partir du rôle de la pêche à la crevette nordique dans le développement de la région évoqué dans la partie (E)).

[1] Si aucun changement n'a été évoqué à la partie B, parler de la diminution des stocks de crevette nordique constaté par les biologistes.

Si oui,

Quels sont ou seront selon vous ces impacts?

Considérez-vous que ces impacts sont surmontables ou non par la région et pourquoi?

Si oui,

Selon quelles modalités d'après vous?

G – Initiatives et innovations communautaires et locales

Nous allons enfin aborder les éventuelles initiatives locales d'adaptation aux changements…

- Existe-t-il à votre connaissance des initiatives à l'échelle de votre communauté pour s'adapter ou pour aider les pêcheurs à s'adapter aux changements et impacts évoqués plus tôt *(les rappeler si besoin)*?

Si oui

Quelles sont ces initiatives et pourriez-vous les décrire? (acteurs, lieux, depuis quand, effets).

Ces initiatives vous semblent-elles efficaces? Selon quels critères? Comment pourraient-elles éventuellement être améliorées selon vous?

Si non

Pensez-vous que de telles initiatives sont souhaitables? Pour quelles raisons?

Avez-vous des idées pour de telles initiatives?

- Existe-t-il à votre connaissance des initiatives à l'échelle de la région pour s'adapter ou pour aider les pêcheurs à s'adapter aux changements et impacts évoqués plus tôt *(les rappeler si besoin)*?

Si oui

Quelles sont ces initiatives et pourriez-vous les décrire? (Acteurs, lieux, depuis quand, effets).

Ces initiatives vous semblent-elles efficaces? Selon quels critères? Comment pourraient-elles éventuellement être améliorées selon vous?

Si non

Pensez-vous que de telles initiatives sont souhaitables? Pour quelles raisons?

Avez-vous des idées pour de telles initiatives?

H – Biographie

Pour terminer, j'aurai besoin de recueillir quelques éléments biographiques…

Classe d'âge, genre, statut familial.

Grille d'entretien – Associations de pêche autochtones

Note : L'utilisation du genre masculin a été adoptée afin d'alléger le texte et n'a aucune intention discriminatoire.

Introduction

Nous allons aujourd'hui nous entretenir avec vous au sujet de la pêche autochtone à la crevette nordique et des changements globaux. Cet entretien aura comme convenu une durée d'environ 1h30. Bien que vous nous ayez au préalable donné votre consentement pour participer à cette recherche, nous vous rappelons que cet entretien est enregistré et que vous êtes libre de ne pas répondre à certaines questions ou de retirer votre consentement à tout moment, y compris après l'entretien. N'hésitez pas également à nous demander des précisions si certaines questions vous semblent manquer de clarté.

A – Présentation

Je vous propose d'aborder tout d'abord votre activité professionnelle et votre association…

- Pourriez-vous vous présenter et présenter votre activité professionnelle? Quel métier exercez-vous? Depuis quand?
- Pourriez-vous expliquer le fonctionnement de l'association dans laquelle vous travaillez et son rôle?
- Pourriez-vous décrire la filière de la pêche autochtone à la crevette nordique dans les communautés membres de votre association, et si vous le pouvez au-delà? Quels en sont les acteurs? Quelles ressources sont mobilisées? Où sont-ils localisés ?

B - Perception des changements globaux

Nous allons maintenant aborder votre perception des changements globaux…

- Avez-vous perçu des changements – de tous ordres - dans l'activité de pêche à la crevette nordique ces dernières années ?

  Si pas de changements perçus

  Que pensez-vous de la diminution des quotas de pêche ces dernières années? Selon vous quelles sont les raisons de cette baisse?

  Si des changements sont perçus

  De quels changements s'agit-il? Depuis quand?

  Selon vous quelles en sont les causes?

Pourquoi pensez-vous que les éléments mentionnés sont les causes de ces changements? Quels sont les indices qui vous amènent à penser de cette façon?

Est-ce que ces changements sont problématiques selon vous et/ou pour vous et/ou les acteurs de la filière? Pourquoi? Quelles sont les caractéristiques précises de ces problèmes (quantifier si possible)?

C – Adaptation des pratiques socio-professionnelles

Nous allons maintenant parler des pratiques d'adaptation aux changements que vous avez évoqués plus tôt…

- Avez-vous modifié vos pratiques professionnelles du fait de ces changements ?

  Si non

  Pensez-vous devoir le faire dans le futur. A quelle échéance?

  Si oui

  Relancer en lien avec les différents fonctionnements évoqués dans la partie A. Quels acteurs sont impliqués dans ces modifications (en interne et en externe)? Quels changements dans les collaborations? Quelles ressources mobilisées (ou démobilisées)? Comment fonctionniez-vous avant les modifications évoquées ?

- A votre connaissance, les acteurs des pêches autochtones à la crevette nordique ont-ils modifié leurs pratiques professionnelles du fait de ces changements? Pensez-vous qu'ils devront le faire dans le futur. A quelle échéance?

- Considérez-vous ces modifications – les vôtres et/ou celles des acteurs de la filière - comme choisies ou subies?

  Si elles sont subies

  Qui et/ou quoi (vous) les impose et par quels moyens?

  Si elles sont choisies

  Quelles sont les considérations qui guident ce choix?

- Certaines contraintes limitent-elles votre capacité/la capacité des acteurs de la filière à modifier vos/leurs pratiques pour s'adapter? Quelles sont ces limites? Sont-elles dépassables?

  Si oui

  Qu'est-ce qui permettrait selon vous de les dépasser?

  Il y a-t-il des données scientifiques qui vous semblent particulièrement utiles en ce sens?

A quel horizon temporel des prévisions quant à l'affluence des stocks de crevettes nordiques dans les zones où vous pêchez vous intéresserait le plus?

Les données techniques et scientifiques auxquelles vous avez jusqu'à maintenant eu accès vous semblent/ont-elles semblées accessibles et compréhensibles? Pourquoi? Qu'est-ce qui permettrait selon-vous de les rendre plus accessibles/compréhensibles?

Si non

Quel avenir envisagez-vous pour vous et au-delà pour l'entreprise au sein de laquelle vous travaillez?

- Considérez-vous les modifications évoquées comme efficaces ou non et pour quelles raisons?

D - Organisation communautaire des pêches autochtones et adaptation aux changements globaux

Nous allons maintenant aborder l'organisation communautaire des pêches autochtones et ses effets dans le contexte des changements évoqués auparavant…

- Est-ce que le fait que les entreprises de pêche appartiennent aux communautés facilite ou freine selon-vous l'adaptation aux changements dont vous nous avez parlé? Pourquoi? Comment?
- A votre connaissance, comment sont prises les décisions dans l'entreprise de pêche de votre communauté?
- A votre connaissance, la question de l'adaptation est-elle perçue comme un enjeu à l'échelle de l'entreprise? Si oui, comment? Si non, pourquoi selon vous?

E – Relations entre acteurs autochtones et allochtones

Nous allons maintenant parler des éventuelles collaborations entre acteurs autochtones et allochtones de la pêche…

- Décrivez-moi les relations entre les acteurs autochtones et allochtones de la pêche à la crevette nordique.
- Existe-il des tensions? Si oui, entre quels acteurs? Quelles en sont les causes? Avez-vous des exemples?
- Existe-il des rapprochements ou des collaborations entre acteurs autochtones et allochtones? Si oui, entre quels acteurs plus spécifiquement? Quelles sont les raisons de ces collaborations? Qu'est-ce qui les rend possibles selon-vous? Avez-vous des exemples?
- Selon vous, comment se déclineront ces relations dans 10 ans?

F – Pêche à la crevette nordique et développement local

Nous allons maintenant parler du rôle de la pêche à la crevette nordique dans le développement local…

- Selon vous, quelque chose s'est-il transformé dans les communautés membres de votre association depuis que la pêche à la crevette nordique y est pratiquée?

Si des transformations sont relevées

Pourriez-vous décrire ces transformations? (acteurs, thématiques, ressources, mécanismes, etc.).

Que pensez-vous de ces transformations et de leurs modalités? Ces transformations sont-elles positives ou négatives selon-vous ? Pourriez-vous expliquer votre opinion? Quels sont vos critères d'évaluation?

- Selon vous, quelque chose s'est-il transformé dans la région depuis que la pêche à la crevette nordique y est pratiquée par les communautés autochtones?

Si des transformations sont relevées

Pourriez-vous décrire ces transformations? (acteurs, thématiques, ressources, mécanismes, etc.).

Que pensez-vous de ces transformations et de leurs modalités? Ces transformations sont-elles positives ou négatives selon-vous ? Pourriez-vous expliquer votre opinion? Quels sont vos critères d'évaluation?

G – Effets des changements globaux sur la pêche et développement

Nous allons maintenant parler des effets des changements abordés plus tôt sur le développement local…

- Vous avez évoqué plus tôt divers changements *(rappeler les changement évoqués à la partie B)*[1]. Considérez-vous que les effets de ces changements ont ou vont avoir un impact sur les communautés membres de votre association, au-delà des seuls acteurs de la pêche?

  (Relancer éventuellement le participant à partir du rôle de la pêche à la crevette nordique dans le développement des communautés évoqué dans la partie (E)).

  Si oui,

  Quels sont ou seront selon vous ces impacts?

[1] Si aucun changement n'a été évoqué à la partie B, parler de la diminution des stocks de crevette nordique constaté par les biologistes.

Considérez-vous que ces impacts sont surmontables ou non par ces communautés et pourquoi?

Si oui,

Selon quelles modalités d'après vous?

- Considérez-vous que les effets des changements évoqués plus tôt *(les rappeler si besoin)* ont ou vont avoir un impact sur la région plus largement, au-delà des seuls acteurs de la pêche?

  (Relancer éventuellement le participant à partir du rôle de la pêche à la crevette nordique dans le développement de la région évoqué dans la partie (E)).

  Si oui,

  Quels sont ou seront selon vous ces impacts?

  Considérez-vous que ces impacts sont surmontables ou non par la région et pourquoi?

  Si oui,

  Selon quelles modalités d'après vous?

H – Initiatives et innovations communautaires

Nous allons enfin aborder les éventuelles initiatives locales d'adaptation aux changements…

- Existe-t-il à votre connaissance des initiatives à l'échelle des communautés membres de votre association pour s'adapter ou pour aider les pêcheurs à s'adapter aux changements et impacts évoqués plus tôt *(les rappeler si besoin)*?

Si oui

Quelles sont ces initiatives et pourriez-vous les décrire? (acteurs, lieux, depuis quand, effets).

Ces initiatives vous semblent-elles efficaces? Selon quels critères? Comment pourraient-elles éventuellement être améliorées selon vous?

Si non

Pensez-vous que de telles initiatives sont souhaitables? Pour quelles raisons?

Avez-vous des idées pour de telles initiatives?

- Existe-t-il à votre connaissance des initiatives à l'échelle de la région pour s'adapter ou pour aider les pêcheurs à s'adapter aux changements et impacts évoqués plus tôt *(les rappeler si besoin)*?

Si oui

Quelles sont ces initiatives et pourriez-vous les décrire? (Acteurs, lieux, depuis quand, effets).

Ces initiatives vous semblent-elles efficaces? Selon quels critères? Comment pourraient-elles éventuellement être améliorées selon vous?

Si non

Pensez-vous que de telles initiatives sont souhaitables? Pour quelles raisons?

Avez-vous des idées pour de telles initiatives?

I – Biographie

Pour terminer, j'aurai besoin de recueillir quelques éléments biographiques…

Classe d'âge, genre, statut familial.

Grille d'entretien – Acteurs de la transformation et de la vente

Note : L'utilisation du genre masculin a été adoptée afin d'alléger le texte et n'a aucune intention discriminatoire.

Introduction

Nous allons aujourd'hui nous entretenir avec vous au sujet de la pêche autochtone à la crevette nordique et des changements globaux. Cet entretien aura comme convenu une durée d'environ 1h30. Bien que vous nous ayez au préalable donné votre consentement pour participer à cette recherche, nous vous rappelons que cet entretien est enregistré et que vous êtes libre de ne pas répondre à certaines questions ou de retirer votre consentement à tout moment, y compris après l'entretien. N'hésitez pas également à nous demander des précisions si certaines questions vous semblent manquer de clarté.

A – Présentation

Je vous propose d'aborder tout d'abord vos activités professionnelles…

- Pourriez-vous vous présenter et présenter votre activité professionnelle? Quel métier exercez-vous? Depuis quand?
- Quel est le fonctionnement de l'entreprise dans laquelle vous travaillez?

    Relances :

    Acteurs et ressources impliqués/mobilisés? Rôles et relations? Localisations? Indicateurs économiques, etc.?

    Pourriez-vous décrire votre journée de travail / semaine type? Quel temps passez-vous à chaque activité, etc.?

- Pourriez-vous décrire votre filière de façon plus large? Quels en sont les acteurs? Quelles ressources sont mobilisées? Où sont-ils localisés ?

B - Perception des changements globaux

Nous allons maintenant aborder votre perception des changements globaux…

- Avez-vous perçu des changements – de tous ordres - dans votre activité professionnelle ces dernières années ?

Si pas de changements perçus

Que pensez-vous de la diminution des quotas de pêche ces dernières années? Selon vous quelles sont les raisons de cette baisse?

Si des changements sont perçus

De quels changements s'agit-il? Depuis quand?

Selon vous quelles en sont les causes?

Pourquoi pensez-vous que les éléments mentionnés sont les causes de ces changements? Quels sont les indices qui vous amènent à penser de cette façon?

Est-ce que ces changements sont problématiques selon vous et/ou pour vous et/ou d'autres acteurs de votre filière? Pourquoi? Quelles sont les caractéristiques précises de ces problèmes (quantifier si possible)?

C – Adaptation des pratiques socio-professionnelles

Nous allons maintenant parler des moyens par lesquels vous essayez ou non de vous adapter aux changements que vous avez évoqués plus tôt…

- Avez-vous modifié vos pratiques professionnelles du fait de ces changements ?

  Si non

  Pensez-vous devoir le faire dans le futur. A quelle échéance?

  Si oui

  Relancer en lien avec les différents fonctionnements évoqués dans la partie A. Quels acteurs sont impliqués dans ces modifications (en interne et en externe)? Quels changements dans les collaborations? Quelles ressources mobilisées (ou démobilisées)? Comment fonctionniez-vous avant les modifications évoquées ?

- Considérez-vous ces modifications comme choisies ou subies?

  Si elles sont subies

  Qui et/ou quoi vous les impose et par quels moyens?

  Si elles sont choisies

  Quelles sont les considérations qui guident ce choix?

- Certaines contraintes limitent-elles votre capacité à modifier vos pratiques pour vous adapter? Quelles sont ces limites? Sont-elles dépassables?

  Si oui

  Qu'est-ce qui permettrait selon vous de les dépasser?

  Il y a-t-il des données scientifiques qui vous semblent particulièrement utiles en ce sens?

  A quel horizon temporel des prévisions quant à l'affluence des stocks de crevettes nordiques dans les zones où vous pêchez vous intéresserait le plus?

Les données techniques et scientifiques auxquelles vous avez jusqu'à maintenant eu accès vous semblent/ont-elles semblées accessibles et compréhensibles? Pourquoi? Qu'est-ce qui permettrait selon-vous de les rendre plus accessibles/compréhensibles?

Si non

Quel avenir envisagez-vous pour vous et au-delà pour l'entreprise au sein de laquelle vous travaillez?

- Considérez-vous les modifications évoquées comme efficaces ou non et pour quelles raisons?

D – Relations entre acteurs autochtones et allochtones

Nous allons maintenant parler des éventuelles collaborations entre acteurs autochtones et allochtones de la pêche…

- Décrivez-moi les relations entre les acteurs autochtones et allochtones de la pêche à la crevette nordique.
- Existe-il des tensions? Si oui, entre quels acteurs? Quelles en sont les causes? Avez-vous des exemples?
- Existe-il des rapprochements ou des collaborations entre acteurs autochtones et allochtones? Si oui, entre quels acteurs plus spécifiquement? Quelles sont les raisons de ces collaborations? Qu'est-ce qui les rend possibles selon-vous? Avez-vous des exemples?
- Selon vous, comment se déclineront ces relations dans 10 ans?

E – Pêche à la crevette nordique et développement local

Nous allons maintenant parler du rôle de la pêche à la crevette nordique dans le développement local…

Si le participant est autochtone

- Selon vous, quelque chose s'est-il transformé dans votre communauté depuis que la pêche à la crevette nordique y est pratiquée?

Si des transformations sont relevées

Pourriez-vous décrire ces transformations? (acteurs, thématiques, ressources, mécanismes, etc.).

Que pensez-vous de ces transformations et de leurs modalités? Ces transformations sont-elles positives ou négatives selon-vous ? Pourriez-vous expliquer votre opinion? Quels sont vos critères d'évaluation?

Pour tous les participants

- Selon vous, quelque chose s'est-il transformé dans la région depuis que la pêche à la crevette nordique y est pratiquée par les communautés autochtones?

Si des transformations sont relevées

Pourriez-vous décrire ces transformations? (acteurs, thématiques, ressources, mécanismes, etc.).

Que pensez-vous de ces transformations et de leurs modalités? Ces transformations sont-elles positives ou négatives selon-vous ? Pourriez-vous expliquer votre opinion? Quels sont vos critères d'évaluation?

F – Effets des changements globaux sur la pêche et développement

Nous allons maintenant parler des effets des changements abordés plus tôt sur le développement local…

Si le participant est autochtone

- Vous avez évoqué plus tôt divers changements *(rappeler les changement évoqués à la partie B)*[1]. Considérez-vous que les effets de ces changements ont ou vont avoir un impact sur votre communauté, au-delà des seuls acteurs de la pêche?

(Relancer éventuellement le participant à partir du rôle de la pêche à la crevette nordique dans le développement de la communauté évoqué dans la partie (E)).

Si oui,

Quels sont ou seront selon vous ces impacts?

Considérez-vous que ces impacts sont surmontables ou non par votre communauté et pourquoi?

Si oui,

Selon quelles modalités d'après vous?

Pour tous les participants

[1] Si aucun changement n'a été évoqué à la partie B, parler de la diminution des stocks de crevette nordique constaté par les biologistes.

- Considérez-vous que les effets des changements évoqués plus tôt *(les rappeler si besoin)* ont ou vont avoir un impact sur la région plus largement, au-delà des seuls acteurs de la pêche?

(Relancer éventuellement le participant à partir du rôle de la pêche à la crevette nordique dans le développement de la région évoqué dans la partie (E)).

Si oui,

Quels sont ou seront selon vous ces impacts?

Considérez-vous que ces impacts sont surmontables ou non par la région et pourquoi?

Si oui,

Selon quelles modalités d'après vous?

G – Initiatives et innovations communautaires *et locales*

Nous allons enfin aborder les éventuelles initiatives locales d'adaptation aux changements…

- Existe-t-il à votre connaissance des initiatives à l'échelle de votre communauté/de la ou les communauté(s) autochtone(s) avec laquelle ou lesquelles vous travaillez *(suivant que le participant soit autochtone ou travaille pour une entreprise autochtone ou non)* pour s'adapter ou pour aider les pêcheurs à s'adapter aux changements et impacts évoqués plus tôt *(les rappeler si besoin)*?

  Si oui

  Quelles sont ces initiatives et pourriez-vous les décrire? (acteurs, lieux, depuis quand, effets).

  Si le participant est autochtone

  Ces initiatives vous semblent-elles efficaces? Selon quels critères? Comment pourraient-elles éventuellement être améliorées selon vous?

  Si non et si le participant est autochtone

  Pensez-vous que de telles initiatives sont souhaitables? Pour quelles raisons?

  Avez-vous des idées pour de telles initiatives?

- Existe-t-il à votre connaissance des initiatives à l'échelle de la région pour s'adapter ou pour aider les pêcheurs à s'adapter aux changements et impacts évoqués plus tôt *(les rappeler si besoin)*?

Si oui

Quelles sont ces initiatives et pourriez-vous les décrire? (Acteurs, lieux, depuis quand, effets).

Ces initiatives vous semblent-elles efficaces? Selon quels critères? Comment pourraient-elles éventuellement être améliorées selon vous?

Si non

Pensez-vous que de telles initiatives sont souhaitables? Pour quelles raisons?

Avez-vous des idées pour de telles initiatives?

H – Biographie

Pour terminer, j'aurai besoin de recueillir quelques éléments biographiques…

Classe d'âge, genre, statut familial, dimension familiale de l'entreprise.

TABLE DES MATIÈRES

LE CONTEXTE 3

L'ACCOMPAGNEMENT DE SEKHA 3

L'intention poursuivie 3
La démarche empathique 4

LE DESIGN DE L'ATELIER DE MOBILISATION DES CONNAISSANCES 8

L'objectif visé 8
Les segments 8
Les participants 13
Les considérations logistiques 14

LES RÉSULTATS DE L'ATELIER DE MOBILISATION DES CONNAISSANCES 14

Discussion à propos des stratégies et pratiques de pêches actuelles : quels cadres de référence ? 16
Pistes de solution pour des stratégies d'adaptation 18
Quelle est la suite ? 23
Rétroaction des participants 23

Annexe 1 – Éléments clés du design de l'atelier participatif 27
Annexe 2 – Schéma « maître » des stratégies et pratiques de pêches 28
Annexe 3 – Schéma « maître » pour guider des pistes de solution 29
Annexe 4 – Stratégies et pratiques de pêche : cadres de référence 30
Annexe 5 – Schéma « maître » pour guider les pistes de solution (avec cadres de référence) 34
Annexe 6 – Pistes de stratégies d'exploitation (groupe 1) 36
Annexe 7 – Pistes de stratégies d'exploitation (groupe 2) 37
Annexe 8 – Pistes de stratégies d'exploitation (groupe 3) 38
Annexe 9 – Pistes de stratégies d'exploitation (groupe 4) 39
Annexe 10 – Quelle est la suite ? 40
Annexe 11 – Rétroaction des participants 41

LE CONTEXTE

Alors que la pêche de la crevette nordique constitue présentement un moteur de développement économique pour plusieurs communauté côtières de l'Est du Canada, on observe un déclin de certains stocks de la ressource, conséquence potentielle des changements globaux (réchauffement global, acidification des océans et désoxygénation des masses d'eau) vécus à l'échelle mondiale. Or, parce que les écosystèmes naturels et humains sont interdépendants, l'altération de la ressource, voire de l'écosystème marin, risque d'affecter la vitalité socio-économique de plusieurs régions côtières du territoire qui en vivent.

Financé à la fois par le Réseau Québec maritime et par Ouranos, le projet de recherche « Vulnérabilité des populations de crevette nordique (Pandalus borealis) aux changements climatiques et globaux le long de la côte Est du Canada : de la ressource naturelle aux communautés côtières » visait à faciliter les réflexions de différents acteurs du secteur de la pêche par rapport aux stratégies d'adaptation à déployer à l'échelle de leur communauté ou du territoire de l'Est du Canada pour maintenir la vitalité socio-économique des communautés côtières vivant de la pêche à la crevette nordique. En fournissant des connaissances scientifiques à propos de la vulnérabilité et de la qualité de la ressource, des outils de prévision d'abondance et de distribution des stocks de crevettes nordiques, un portrait des pratiques actuelles dans le secteur des pêcheries autochtones et allochtones, et des récits sociologiques des pêcheurs, l'équipe de recherche souhaitait aider à la mise en place d'une stratégie d'exploitation pérenne de la ressource dans un contexte de changements globaux, notamment auprès des communautés autochtones.

Pour ce faire, l'équipe de recherche a misé sur une approche de recherche partenariale, à travers laquelle les solutions devaient se coconstruire de façon participative et intersectorielle entre les acteurs touchés par la problématique. Le projet comportait ainsi plusieurs étapes de mobilisation des connaissances visant ultimement à générer un dialogue entre les acteurs pour qu'émergent des stratégies de gestion et de conservation à long terme, afin de répondre aux enjeux des changements globaux sur les dimensions économique, territoriale et communautaire des pêcheries de crevette nordique.

L'équipe de recherche a voulu collaborer avec SEKHA dans la dernière année afin de se sentir mieux outillée dans le déploiement de moyens et d'activités desservant l'acquisition et le partage des savoirs détenus par les différents acteurs dans le cadre de ce projet.

L'ACCOMPAGNEMENT DE SEKHA

L'INTENTION POURSUIVIE

SEKHA a proposé d'accompagner l'équipe de recherche dans la **révision du plan de mobilisation des connaissances et dans la coconception d'une activité participative de transfert de connaissances auprès des acteurs et/ou usagers du projet de recherche**, ayant comme visée ultime de répondre à l'objectif d'identifier, de manière collégiale, des solutions d'adaptation qui seront portées par ces derniers.

À travers la cocréation de cette activité de transfert, SEKHA poursuivait l'intention d'amener l'équipe de recherche :

- à se servir elle-même des données et des savoirs acquis à travers le projet de recherche…
- et à cheminer vers l'adoption d'une posture empathique, au cœur d'un processus d'innovation ouverte et sociale …
- à travers l'expérimentation en temps réel d'un transfert de connaissances bidirectionnel menant à la réflexion systémique et à la recherche de solutions concertées…
- pour accroître son habileté à planifier des stratégies de mobilisation des connaissances cohérentes et porteuses à l'égard des aspirations visées, de même que ses capacités à les réaliser.

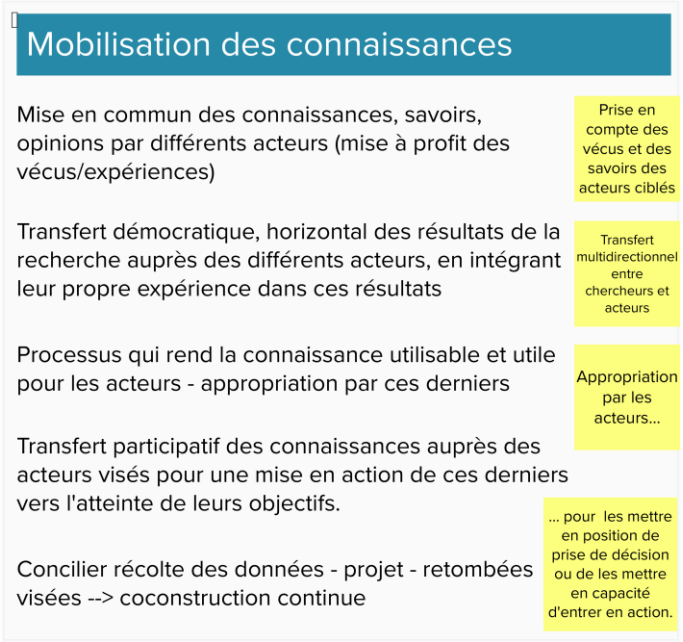
LA DÉMARCHE EMPATHIQUE

De façon virtuelle en raison du contexte pandémique, l'équipe de recherche et SEKHA se sont réunis à six reprises entre mai et septembre 2020 pour actualiser le plan de mobilisation des connaissances initial via une démarche empathique, et concevoir un atelier participatif avec les différents intervenants ayant participé à la recherche.

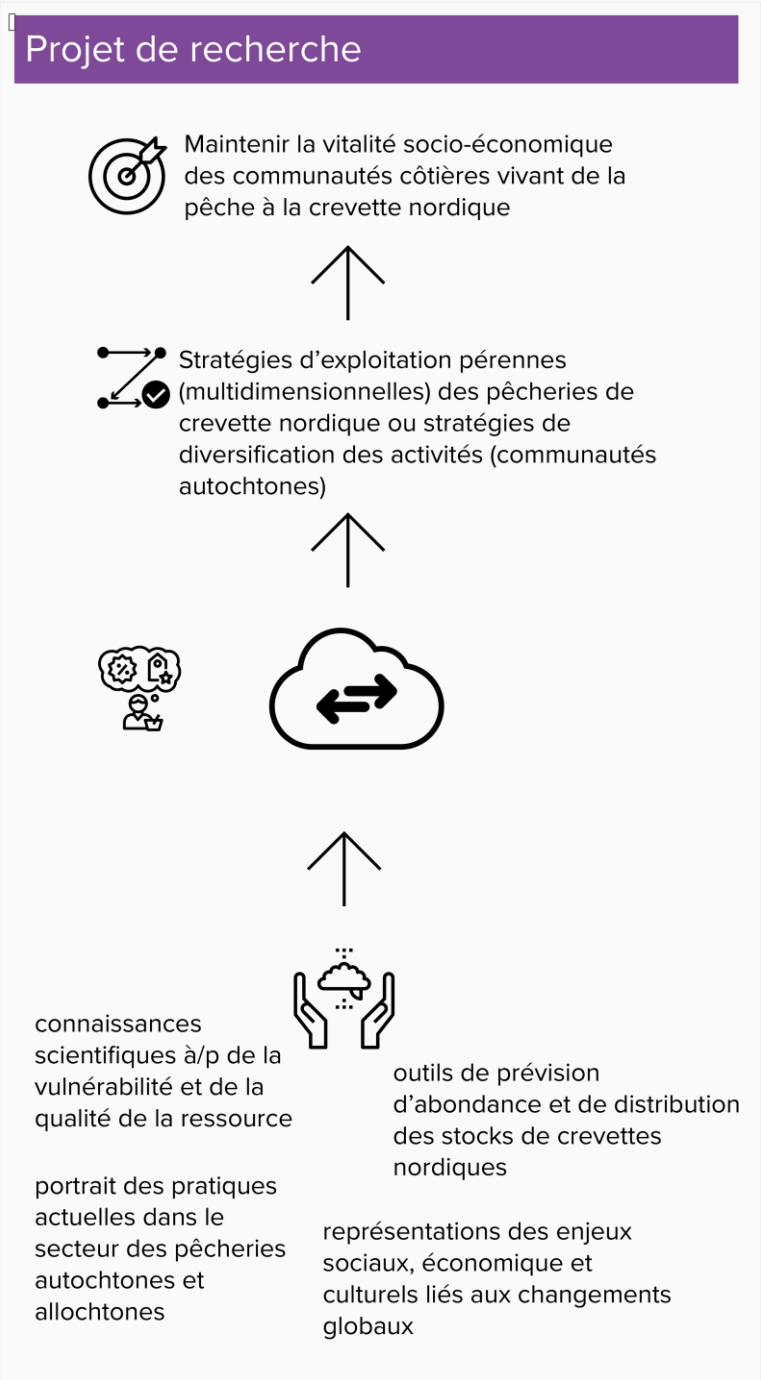
Tout au long de l'accompagnement, SEKHA a guidé l'équipe de recherche à travers le processus d'une démarche empathique, inspirée du *design thinking,* à deux niveaux : d'une part, en l'amenant à réfléchir le plan de mobilisation des connaissances et l'atelier à travers les yeux des personnes touchées par ces derniers, et d'autre part, en incarnant elle-même cette posture empathique envers l'équipe de recherche, lui faisant vivre cette expérience en parallèle.

Étape 1 : S'assurer d'une vision commune et d'une compréhension partagée

Dans un premier temps, l'équipe de recherche a discuté du concept de mobilisation des connaissances, pour s'assurer que les compréhensions individuelles s'avèrent communes. Les post-it jaunes représentent leur définition partagée du concept :



Avant de se lancer dans l'actualisation du plan de mobilisation des connaissances, SEKHA a également voulu valider avec l'équipe de recherche les retombées collectives souhaitées via le projet de recherche (*Des stratégies d'exploitation pérennes des pêcheries de crevette nordique ou des stratégies de diversification des activités*), de même que son impact ultimement poursuivi (*Maintenir la vitalité socio-économique des communautés côtières vivant de la pêche à la crevette nordique*).



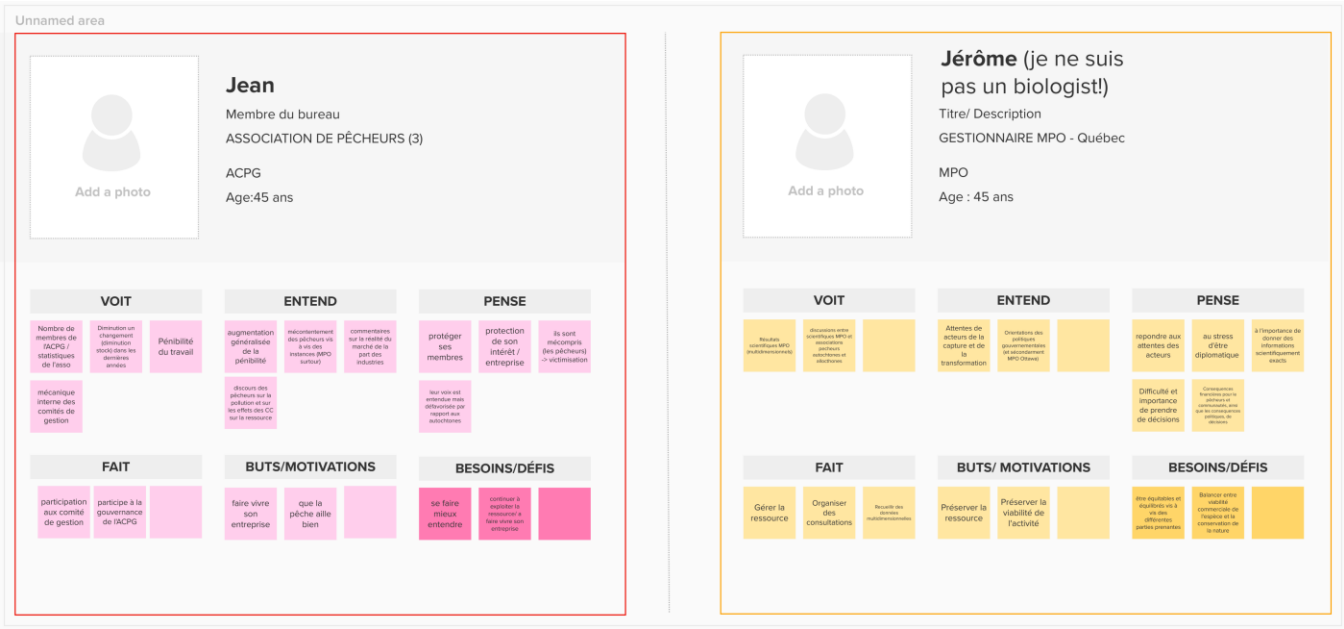
Cette étape vise à s'assurer que les stratégies de mobilisation des connaissances qui seront réfléchies demeurent cohérentes avec l'essence du projet de recherche.

Étape 2 : Comprendre les besoins des usagers

L'équipe de recherche a créé des personas pour chacun des types d'intervenant touchés par le projet de recherche. Les personas primaires représentaient les acteurs qui utiliseront directement les données et les résultats produits dans le cadre du projet de recherche : capitaines-propriétaires, association de pêcheurs, gestionnaire des pêches d'une communauté autochtone, gestionnaire de Pêches et Océans Canada (MPO) et gestionnaire du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Les personas secondaires représentaient les profils d'acteurs qui pourraient bénéficier des données et résultats produits dans le cadre du projet, sans en être les usagers premiers : pêcheur salarié, directeur de la qualité d'une usine de transformation de la crevette, élu d'une communauté côtière autochtone, biologiste et évaluateur de stock au MPO.

Le but de cette activité consiste à cerner la réalité des personnes concernées et d'extraire leurs besoins, leurs motivations et leurs défis en lien avec le contexte ayant généré le projet de recherche (des changements globaux qui affectent la ressource, cette filière de la pêche et la vie de ceux qui en dépendent). Ces considérations doivent ainsi induire le design des activités de mobilisation des connaissances à imaginer.

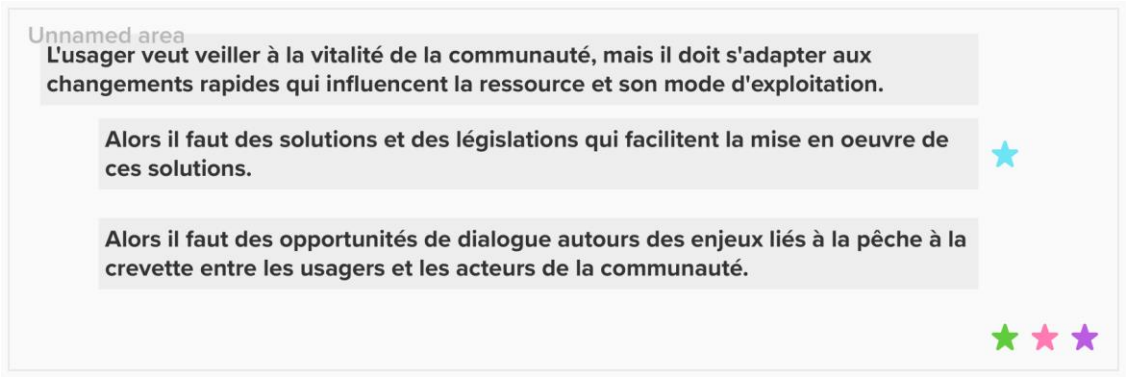
Exemples de personas créés



Étape 3 : Raconter l'histoire des personas

Raconter l'histoire des personas nous amène à capter l'essence des besoins et des défis majeurs, que l'on transforme ensuite en « L'usager veut _____ (*un besoin*), mais _____ (*il rencontre tel frein*). » L'équipe de recherche a ainsi généré quantité de ces phrases à partir des besoins et des défis identifiés. Pour chacune de ces phrases, elle a évoqué des pistes de solution potentielles « Alors pour l'usager, il faut_____. »

Exemples de pistes de solution potentielles



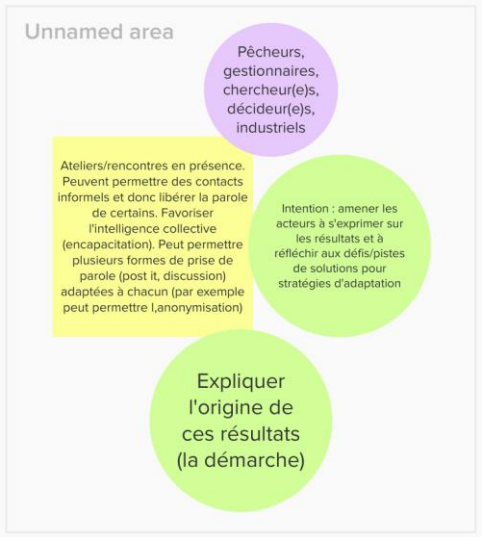
SEKHA leur a demandé de voter pour les pistes de solutions potentielles qui leur semblaient les plus porteuses et prometteuses à court terme. Les trois pistes de solutions ayant obtenu le plus de vote ont été transformées en question « Comment pourrions-nous… (verbe d'action) + (usager) + (enjeu) ? » :

- Comment pourrions-nous faciliter l'expression des pêcheurs et des transformateurs (acteurs de la filière) via des plateformes flexibles ?
- Comment pourrions-nous aider les acteurs à s'encapaciter à prendre des décisions ensemble ?
- Comment pourrions-nous faciliter la prise de conscience des usagers par rapport aux défis de l'adaptation aux changements rapides afin qu'ils puissent s'adapter de façon concrète ?

Étape 4 : Répondre aux besoins du persona - brainstorm

Pour chacune des questions « Comment pourrions-nous… ? » (CPN), l'équipe de recherche a brainstormé une quantité d'idées, sans se censurer. À partir du brainstorm, l'équipe a créé des interventions de transfert ou de mobilisation des connaissances qui répondaient à au moins deux des trois questions CPN. Ces interventions devaient donc répondre à une intention formulée ainsi : faciliter l'appropriation des données et l'encapacitement des acteurs à agir pour le développement de stratégies d'exploitation pérennes (multidimensionnelles) des pêcheries de crevette nordique ou de stratégies de diversification des activités (communautés autochtones).

La dernière étape consistait à réconcilier ces possibles intervention de transfert ou de mobilisation, répondant aux besoins des usagers, avec les visées poursuivies par le projet de recherche. Il en est résulté l'embryon de l'atelier de mobilisation des connaissances, à peaufiner.



Le tableau numérique Mural ayant servi à cette démarche empathique peut être consulté au lien suivant : https://app.mural.co/t/cegrim9993/m/cegrim9993/1589298258803/70874d1de19db41bca1da89724f0aae349a01075

LE DESIGN DE L'ATELIER DE MOBILISATION DES CONNAISSANCES

L'OBJECTIF VISÉ

L'atelier poursuivait l'intention d'**amener les acteurs de la pêche à réfléchir ensemble aux défis et aux stratégies porteuses en lien avec la pêche à la crevette nordique, à travers un cadre participatif misant sur l'effet de solidarité suscité par le contexte pandémique.**

Pour ce faire, l'atelier fût conçu autour de quatre focus :

- Communiquer la démarche du projet de recherche et ses résultats.
- Susciter l'appropriation de ces résultats : cerner les réactions et les besoins des acteurs face aux résultats présentés.
- Amener les acteurs à questionner les normes, pratiques, croyances et valeurs menant aux pratiques de pêche actuelles (intégrer les données sociales récoltées pour validation).
- Réfléchir collectivement aux pistes de solutions pour que les stratégies d'adaptation soient viables, vivables et équitables (en facilitant l'expression des barrières rencontrées par les acteurs - démarche empathique implicite).

LES SEGMENTS

L'atelier de mobilisation des connaissances s'est décortiqué en cinq segments ayant chacun une intention spécifique contribuant à atteindre l'intention globale.

SEGMENT	INTENTION
Mot de bienvenue et d'introduction • Accueil par Pascale et présentation en tant qu'animatrice de l'atelier. • Mot de bienvenue par l'équipe de recherche et contextualisation du projet de recherche via un Pecha Kucha : • Intention de l'atelier : Réfléchir collectivement aux pistes de solutions pour que les stratégies d'adaptation de la crevette nordique soient viables, vivables et équitables, dans une perspective de durabilité (globale et à long terme). • Activité brise-glace (en sous-groupes et partage volontaire en plénière) : dessiner ou inscrire sur un carton blanc ce que la crevette nordique représente pour moi. • Explications du déroulement de l'atelier. • Les trois règles de l'intelligence collective pour une expérience enrichissante et porteuse pour tous et toutes.	Assurer une compréhension commune de l'intention visée par cet atelier. Créer un climat convivial, inclusif, d'écoute et de confiance entre les participants. Générer une compréhension commune à propos du contexte ayant mené à l'atelier et de sa pertinence.

Représentations socio-économiques : présentation et discussion • Présentation des données socio-économiques à propos de la pêche (représentations culturelles, sociales et économiques des changements climatiques et des pratiques de la pêche) • Discussion en sous-groupes : – Intention : Identifier ce qui explique ou justifie les stratégies et les pratiques actuelles en lien avec la pêche à la crevette nordique. ▪ Échangez à propos des pratiques actuelles et des conséquences ou retombées qu'elles engendrent. ▪ Quelles sont les normes (sociales, environnementales, culturelles, etc.), les politiques, les croyances ou les présomptions derrière les stratégies et les pratiques actuelles ? Qu'est-ce qui explique ou justifie ces pratiques ? • Retour en plénière : présentation succincte par chacun des sous-groupe et mise en commun de leurs éléments de réflexion. – Quelle observation pouvez-vous émettre à la lumière de ces présentations ?	Amener les acteurs à identifier les politiques, normes, pratiques et croyances menant aux pratiques actuelles entourant la pêche à la crevette nordique. Sentir chez les acteurs le degré d'appropriation des données socio-économiques présentées.
De l'apprentissage en simple boucle à l'apprentissage en double boucle • « On ne peut pas résoudre un problème avec le même mode de pensée qui l'a généré. » - *Albert Einstein* • Explication à propos de l'apprentissage en simple boucle VS en double boucle (schéma d'Argyris).	Amener les acteurs à questionner les normes, pratiques, croyances et valeurs menant aux pratiques actuelles entourant la pêche à la crevette nordique.
Pistes de solution pour des stratégies d'adaptation • Présentation des données biologiques de la crevette et des cartes de modélisation « maximum catch potential » • Discussion en sous-groupe : – Intention : Soulever des pistes de solution pour mener à des stratégies d'exploitation des pêcheries de la crevette nordique qui soient viables, vivables et équitables pour tous les acteurs de la filière. ▪ Quels cadres de référence devraient être questionnés ? ▪ Quels nouveaux cadres de référence pourraient être créés ? ▪ Quelles pratiques en lien avec la pêche pourraient	Amener les acteurs à réfléchir aux pistes de solutions dans une perspective implicitement empathique envers tous les acteurs, et pour la préservation de la ressource.

être ajustées, repensées ou ajoutées ? • Retour en plénière : survol des pistes de solution imaginées par les sous-groupes.	
Où allons-nous à partir de là ? • En plénière, discussion ouverte autours de la question : « À partir d'ici, quelle est la suite ? » • Rétroaction volontaire des participants sur l'expérience vécue : « Ce avec quoi je repars » • Mot de clôture par l'équipe de recherche	Responsabiliser les acteurs dans la suite des réflexions. Ancrer les apprentissages réalisés par les participants.

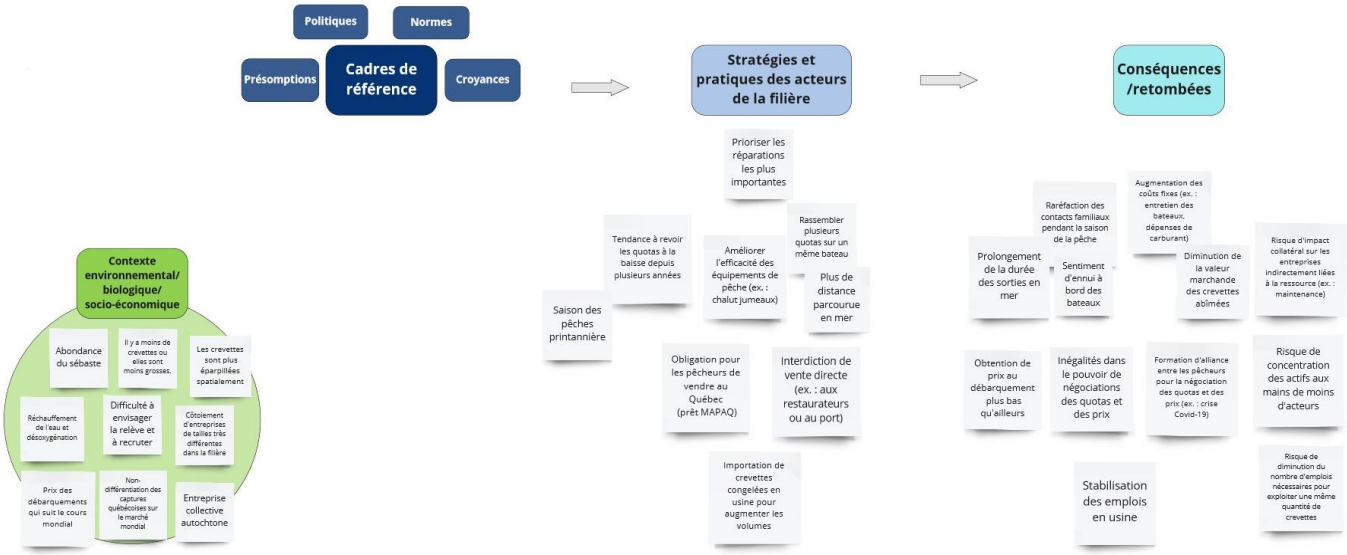
Le tableau numérique (Miro) ayant servi à la coconception de l'activité virtuelle peut être consulté au lien suivant : https://miro.com/app/board/o9J_lb2Qmwo=/

Consulter l'annexe 1 pour la perspective originale des éléments clés du design déterminés par l'équipe de recherche.

Représentations socio-économiques : les données présentées aux participants

Marco Alberio, Marina Soubirou et Tristan Grech ont préparé un PowerPoint présenté par Marco Alberio, synthétisant les perceptions et les discours des différents acteurs rencontrés par rapport à la ressource en déclin qu'est la crevette nordique, les effets socioéconomiques perçus des altérations de cette ressource, de même que des solutions d'adaptation envisagées.

Trois sessions de travail avec l'équipe de recherche furent nécessaires pour organiser ces données sous forme de stratégies et pratiques des acteurs de la filière, ou de conséquences/retombées de ces stratégies et pratiques, d'après la théorie de l'apprentissage en double boucle (Chris Argyris). Les données en matière de contexte environnemental, biologique ou socio-économique ont été ajoutées dans une bulle verte pour informer les participants d'éléments pouvant influencer les stratégies, pratiques, conséquences ou retombées.



Consulter l'annexe 2 pour une vue agrandie de cette image.

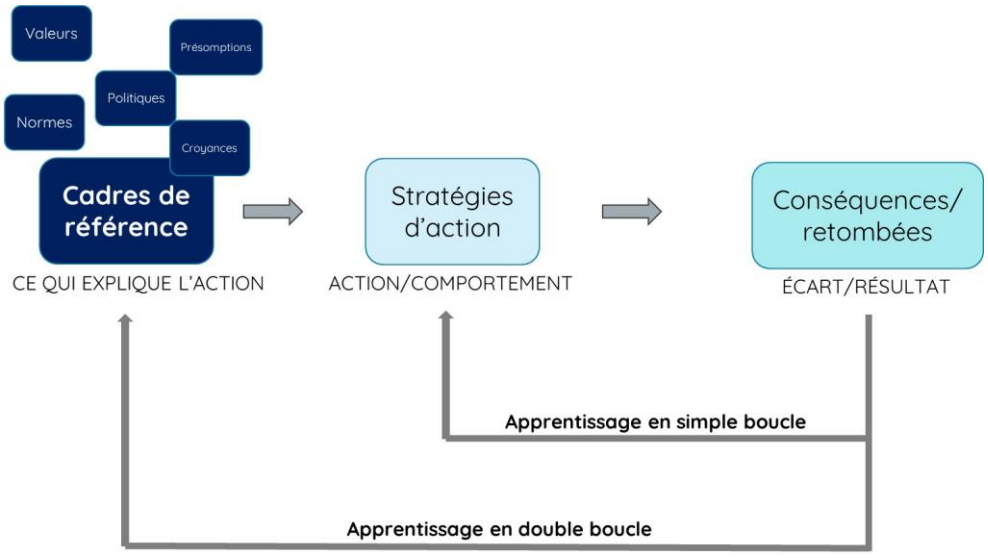
Ce schéma constituait le point de départ des discussions entre les participants lors de l'atelier.

De l'apprentissage en simple boucle à l'apprentissage en double boucle

L'apprentissage en simple boucle est un processus simple d'adaptation qui amène à corriger l'erreur en modifiant l'action qui l'a générée. C'est une logique qui fonctionne bien dans un contexte de routine maîtrisée, de répétition, pour des résultats opérationnels concrets (ex. : une procédure d'échantillonnage).

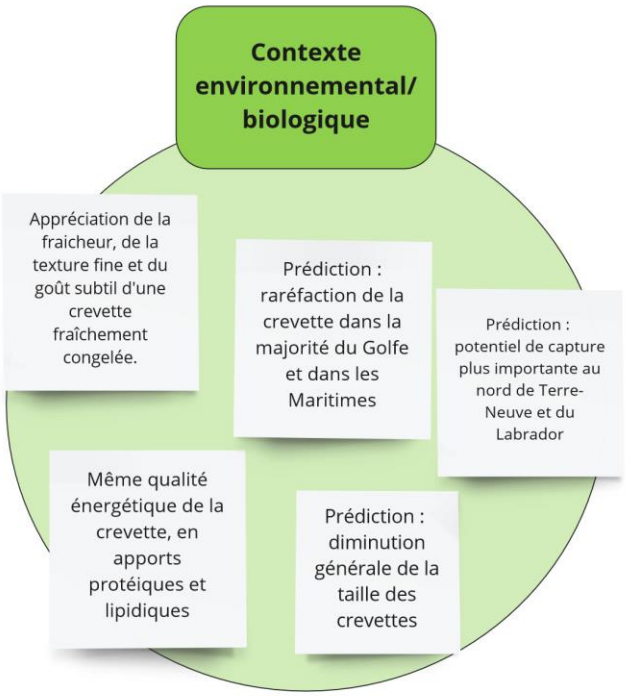
Dans un contexte d'incertitude et de complexité, l'apprentissage en double boucle demande une investigation plus profonde, qui touche aux fondements décisionnels. Elle remet en cause les cadres de référence qui ont expliqué ou justifié les stratégies d'action choisies. L'apprentissage en double boucle peut transformer les normes, les structures, les croyances, etc.

Le design de l'atelier s'est fondé sur cette théorie de Chris Argyris. Dans un contexte de changements climatiques qui impactent tout un système, pour qu'émergent des stratégies d'adaptation porteuses de la pêche à la crevette, à court comme à long terme et pour l'ensemble des acteurs, il faut pouvoir questionner les cadres de référence qui guident présentement les stratégies de pêche adoptées.

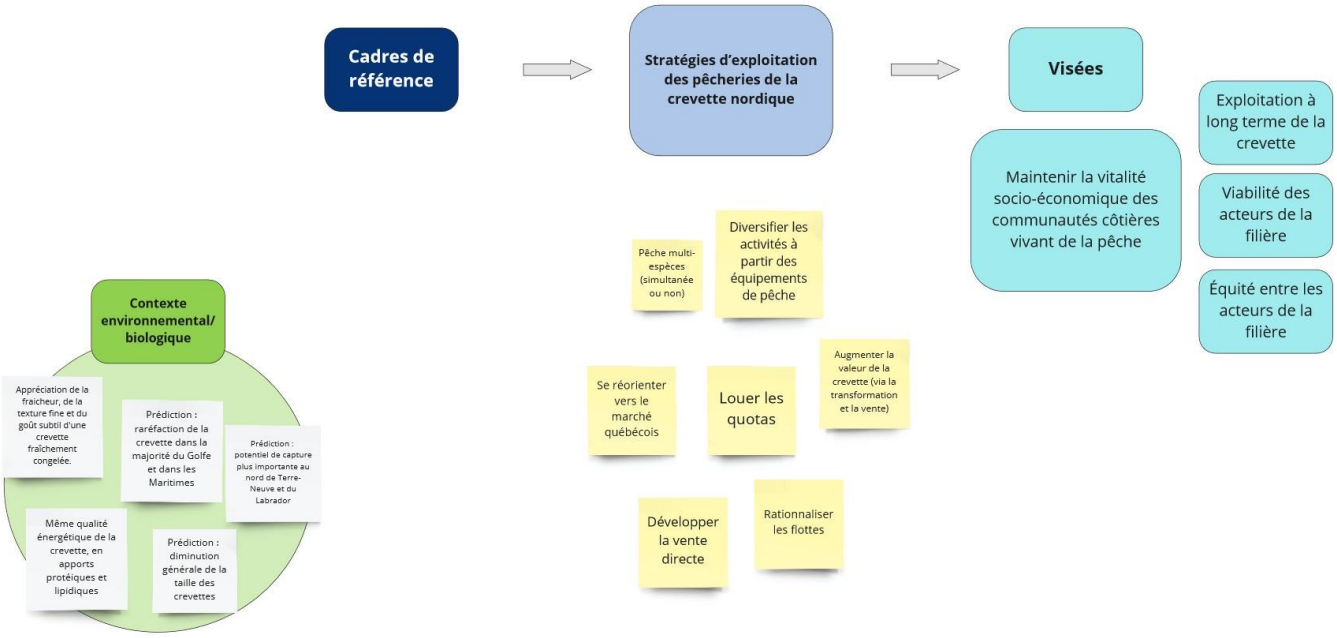


Pistes de solution pour des stratégies d'adaptation : présentation des données biologiques de la crevette et des cartes de modélisation

Fanny Noisette et Piero Calosi ont préparé un PowerPoint présenté par Fanny Noisette, synthétisant les données liées à la mesure des effets des changements globaux sur différentes « populations » de crevette, ainsi qu'à la modélisation des déplacements géographiques prédits. Certaines de ces données ont été inscrites au schéma « maître » pour guider les réflexions des sous-groupes quant aux pistes de solution potentielles pour des stratégies d'exploitation à long terme de la crevette, pour la viabilité des acteurs de la filière et pour l'équité entre ces derniers.



Afin de guider les réflexions des sous-groupes quant à des pistes de solution pour des stratégies d'adaptation porteuses, l'équipe de recherche a conçu un nouveau schéma illustrant les liens de cause à effets « cadres de référence → stratégies et pratiques des acteurs de la filière → conséquences/retombées ». Les éléments de « cadres de référence » devaient être ajoutés en temps et lieu à travers l'atelier, d'après les résultats de la première ronde de discussion entre les participants. L'équipe de recherche a inscrit les stratégies d'exploitation de la crevette soulevées lors des entrevues sociologiques réalisées à travers le projet de recherche. Les visées provenaient de l'intention poursuivie par la globalité du projet de recherche, telles que définies préalablement par l'équipe.



Consulter l'annexe 3 pour une vue agrandie de cette image.

LES PARTICIPANTS

Une invitation personnalisée à l'atelier de mobilisation des connaissances a été envoyée par l'équipe de recherche aux personnes suivantes :

Prénom	Nom	Titre et organisation	Organisation
Catherine	Lambert	Directrice	Association de gestion halieutique autochtone Mi'gmaq et Malécite (AGHAMM)
Emmanuel	Sandt-Duguay	Coordonnateur des pêches	
Johanne	Basque	Directrice des pêches commerciales	Nation de Gespeg (Gaspé)
Christina	Burnsed	Directrice des pêches	Gesgapegiag
Guy-Pascal	Weiner	Directeur des pêches	Première Nation Wolastoqiyik Wahsipekuk
Claudio	Bernatchez	Directeur	Association des capitaines-propriétaires de la Gaspésie (ACPG)
a.d.	*a.d.*	Pêcheurs	
Jean	Lanteigne	Directeur	Fédération régionale acadienne des pêcheurs professionnels (FRAPP)
Eda	Roussel	Adjointe	
a.d.	*a.d.*	Pêcheur	
Hugo	Bourdage	Évaluateur des stocks	Pêche et Océans Canada (MPO)
Denis	Chabot	Chercheur	
Marie-Julie	Roux	Chercheure	
Jérôme	Beaulieu	Gestionnaire	
Cynthia	Guay	Coordonnatrice des pêches autochtones	
Marcel	Roussy	Directeur de l'innovation en pêches et à l'aquaculture	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)
Jérémie	Persant	Conseiller en innovation en pêches et aquaculture	
Danielle	Bouchard	Directrice régionale de Gaspé	
Anne	Blondlot		Ouranos

LES CONSIDÉRATIONS LOGISTIQUES

En raison du contexte pandémique et des règles sanitaires en vigueur, l'atelier a été conçu d'emblée en mode virtuel. Pour cette raison, il pouvait difficilement s'étirer au-delà de 2 h 30, maximum 3 h, pour respecter la capacité de concentration des participants.

Afin de faciliter les échanges entre les participants et de pouvoir en capter toute la richesse, la plateforme numérique Miro fût utilisée pendant l'activité. Quatre étudiants impliqués dans le projet de recherche furent spécialement mis à contribution lors de l'atelier à cet égard : Ella Guscelli, Tristan Grech, Mathilde Chemel et Maude Boissonneault. Attitrés à l'un des sous-groupes de discussion, leur rôle majeur consistait à assurer la navigation dans Miro, à prendre notes des réflexions du sous-groupe dans la plateforme de façon impartiale et à recentrer les discussions d'après les instructions données, au besoin.

LES RÉSULTATS DE L'ATELIER DE MOBILISATION DES CONNAISSANCES

L'activité de mobilisation des connaissances s'est déroulée le vendredi 19 février, de 9 h à 12 h 15, via Zoom. Sur 23 personnes invitées, 19 personnes se sont connectées le jour dit, soient :

Prénom	Nom	Titre et organisation	Organisation
Catherine	Lambert	Directrice	Association de gestion halieutique autochtone Mi'gmaq et Malécite (AGHAMM)
Emmanuel	Sandt-Duguay	Coordonnateur des pêches	
Christina	Burnsed	Directrice des pêches	Gesgapegiag
Guy-Pascal	Weiner	Directeur des pêches	Première Nation Wolastoqiyik Wahsipekuk
Claudio	Bernatchez	Directeur	Association des capitaines-propriétaires de la Gaspésie (ACPG)
Mario	Côté	Pêcheur	
Yan	Bourdage	Pêcheur	
Vincent	Dupuis	Pêcheur	
Jean	Lanteigne	Directeur	Fédération régionale acadienne des pêcheurs professionnels (FRAPP)
Eda	Roussel	Adjointe	
Michel	Légère	Pêcheur	
Hugo	Bourdage	Évaluateur des stocks	Pêche et Océans Canada (MPO)
Denis	Chabot	Chercheur	
Marie-Julie	Rioux	Chercheure	
Jérôme	Beaulieu	Gestionnaire	
Cynthia	Guay	Coordonnatrice des pêches autochtones	

Marcel	Roussy	Directeur de l'innovation en pêches et à l'aquaculture	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)
Jérémie	Persant	Conseiller en innovation en pêches et aquaculture	
Anne	Blondlot		Ouranos

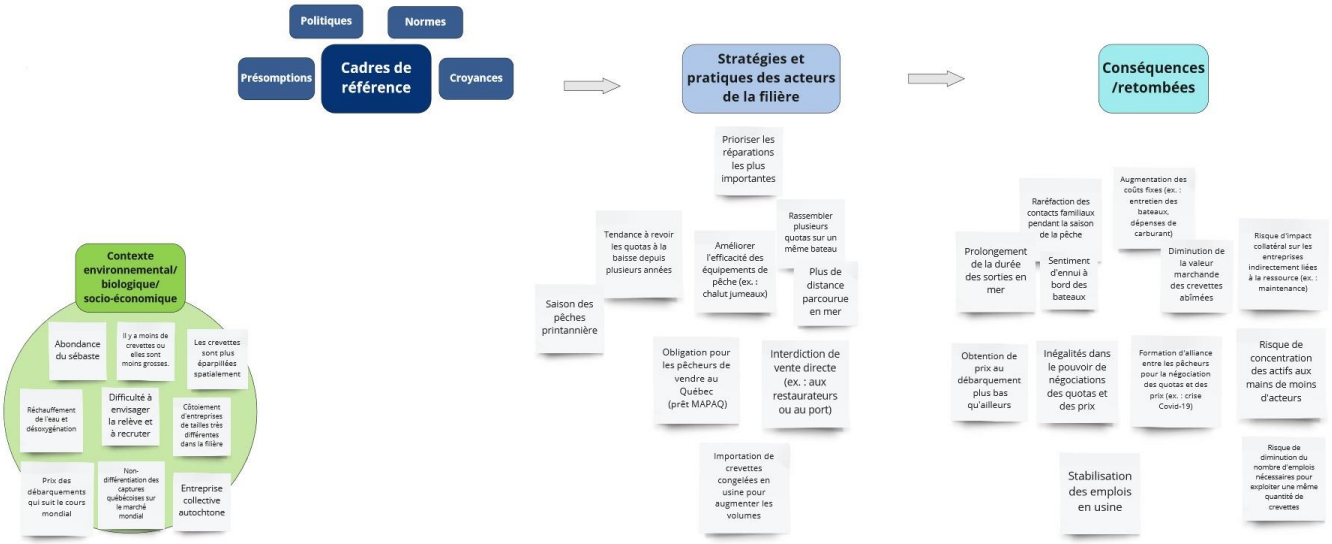
Voici la composition des sous-groupes pour favoriser la plus grande diversité de perspectives possible à travers les discussions :

Groupe	Marie-Julie Rioux	MPO
	Emmanuel Sandt-Duguay	AGHAMM
	Eda Roussel	FRAPP
	Yan Bourdage	Pêcheur (ACPG)
	Christina Burnsed	Gesgapegiag
Groupe	Jérôme Beaulieu	MPO
	Claudio Bernatchez	ACPG
	Michel Légère	FRAPP
	Anne Blondot	Ourano
	Vincent Dupuis	ACPG
Groupe	Hugo Bourdage	MPO
	Guy-Pascal Weiner	Première Nation Wolastoqiyik Wahsipekuk
	Jean Lanteigne	FRAPP
	Marcel Roussy	MAPAQ
Groupe	Denis Chabot	MPO
	Cynthia Guay	MPO
	Jérémie Persant	MAPAQ
	Catherine Lambert	AGHAMM
	Mario Côté	ACPG (pêcheur)

Les données ci-bas sont la restitution quasi intégrale du contenu créé par les participants à travers l'atelier. Vous pouvez consulter l'entièreté du tableau Miro créé pour l'atelier au lien suivant : https://miro.com/app/board/o9J_lUapRIE=/

DISCUSSION À PROPOS DES STRATÉGIES ET DES PRATIQUES DE PÊCHES ACTUELLES : QUELS CADRES DE RÉFÉRENCE ?

Schéma « maître » des stratégies et des pratiques de pêche



Consulter l'annexe 2 pour une vue agrandie de cette image.

Cadres de référence : réflexion des sous-groupes

À partir du schéma « maître » répliqué pour chacun des sous-groupes, voici l'ensemble des réflexions récoltées quant aux cadres de référence sous-jacents aux stratégies et aux pratiques de pêche actuelles des acteurs de la filière. Certains éléments de réflexion constituent davantage des questionnements ou des stratégies d'adaptation de la pêche à considérer, et ont été classées à part, dans un second tableau.

- Possiblement que la pêche hâtive est liée à la nécessité des pêcheurs d'avoir des revenus plus tôt.
- Pourquoi le 1er avril comme date de début de la pêche ? Peut-être parce que les crevettes sont plus grosses et qu'elles ont plus de valeur ?
- "Tendance" à démarrer plus tard la saison.
- Le début hâtif de la pêche ne semble pas être lié à l'industrie.
- Pêche en rave VS meilleur rendement

- Diminution des stocks, assurer la pérennité de la ressource.
- Considération scientifique (ex. par le MPO) : reproduction de la crevette, CG
- La mesure de prudence est liée au fait que le seul facteur qu'on contrôle est la pêche.
- Considérations biologiques, écologiques, climatiques pour la saison des pêches.
- Sur le terrain : on ne voit pas les quotas à la baisse (les prises semblent significatives).

• Garantir la sécurité de la main d'œuvre • Quête de rentabilité • La pêche à la crevette est dispendieuse.	• Elément de négociation • Parcourir de plus grandes distances => chercher + quantité/qualité • Rentabilisation de l'entreprise dans un contexte de changement au niveau de la ressource.
• Réglementation sanitaire complique la vente directe. • S'assurer de retombées dans l'économie québécoise (prêt garanti par la société québécoise via le MAPAQ). • Interdiction de vente hors Québec : question du protectionnisme.	• Pas d'interdiction de vente directe réelle, plus une croyance. • Vente au Québec suite à un prêt au MAPAQ pour que le Québec soit approvisionné. • La règlementation est peut-être liée à la protection des usines car des communautés en dépendent.

Questionnements/perceptions	Stratégie possibles
• Pêche dès le 1er avril : par contre, cela influence le fait que les crevettes ont des œufs, est-ce que cela influence la reproduction ?	• Vente directe des crevettes : nécessité d'avoir un bon suivi du quota.
• Les quotas diminuent en fonction des relevés de stock – est-ce que la modélisation prend en compte les différents scénarios de pêche ?	• Vente directe possible environ 30lb - indiqué dans le tableau de bord, même avec le règlement en place.
• Les crevettes du Pacifique qui arrivent congelées et qui se transforment comme la crevette nordique - le consommateur est-il au courant ? Cela dépend de la façon d'appeler l'emballage.	• Conséquences à court et long termes : stratégies différentes qui obligent des compromis plus ou moins acceptables => temporalité des compromis à court et long termes : quelles sont les stratégies à adopter pour la crevette ?
• On ne sait pas encore quel est l'impact de l'importation de la crevette congelée sur le consommateur, mais on ne croit pas que ce sera endommageant.	• Investir dans le développement (il ne faut pas prioriser les seules réparations importantes par exemple) : dynamisme et compétitivité, donner l'opportunité à la relève.
• Abondance du sébaste : qu'en est-il de cette pêcherie ?	• Congélation vue plutôt sous un bon œil : permet d'étaler l'activité des acteurs de l'industrie, question quand même de la rentabilité (?) => génère de l'activité
• La négociation des prix de vente de la crevette se fait mieux que dans le passé.	• Amélioration de l'efficacité des équipements de pêches.
	• Différents choix selon l'impact au printemps ou à

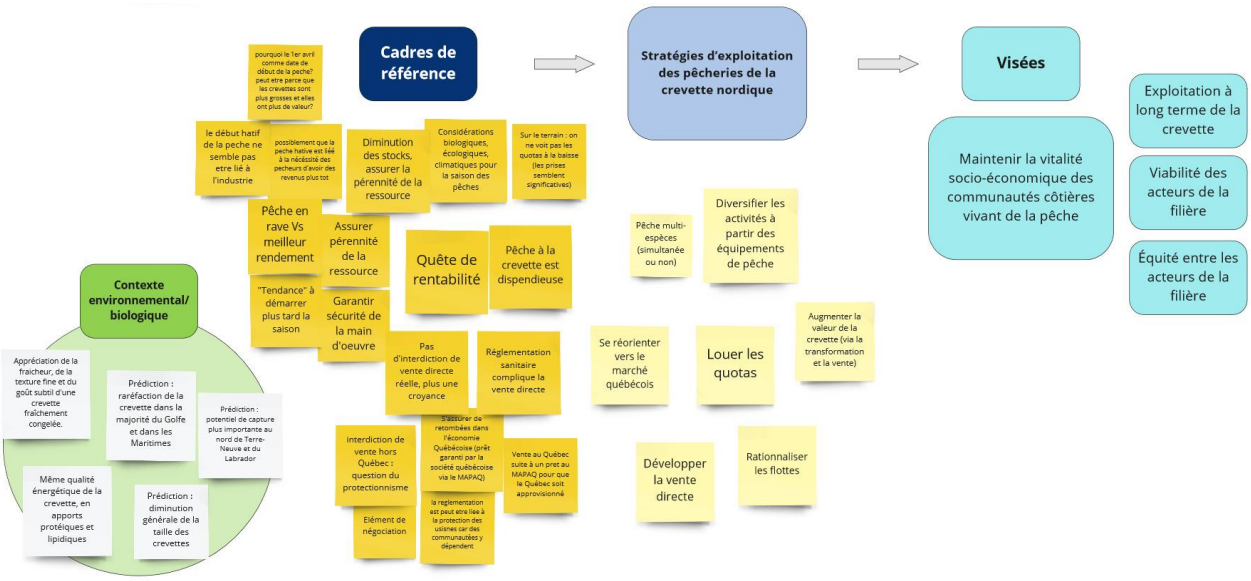
l'automne : pêcher au printemps pour en prendre moins, car elles sont oeuvées.
• Moins de budget, mais plus de dépenses : reporter l'investissement, renouvellement de la flotte, rassemblement des permis.
• Jouer sur quelle stratégie ? - Prix du débarquement (jouer sur la qualité : mais pose la question des méthodes congélation-cuisson-recongélation) - Obtenir plus de tonnage ? Semble impossible à court terme. - Travailler dans le contexte écosystémique : rentabiliser la pression sur l'écosystème => se diversifier (ex. du sébaste).

Consulter l'annexe 4 pour la perspective originale des cadres de référence créés par chacun des quatre sous-groupes.

PISTES DE SOLUTION POUR DES STRATÉGIES D'ADAPTATION

Schéma « maître » pour guider les pistes de solution

Pendant que Fanny Noisette présentait aux participants les résultats du volet des sciences biologiques et du volet de modélisation biogéographique à propos de la crevette nordique, SEKHA a disposé les éléments « cadres de référence » réfléchis par les quatre sous-groupes lors de leurs discussions précédentes dans un nouveau schéma « maître ».



Consulter l'annexe 5 pour une vue agrandie de cette image.

Pistes de stratégies d'exploitation potentielles : réflexions du groupe 1

« Quels cadres de référence devraient être questionnés ? Quels nouveaux cadres de référence pourraient être créés ? Quelles pratiques en lien avec la pêche pourraient être ajustées, repensées ou ajoutées ? »

Voici les résultats de l'un des groupes par rapport aux trois questions suggérées pour ce temps de discussions :

- Pêche multi-espèces (simultanée ou non).
- Se réorienter vers le marché québécois.
- Augmenter la valeur de la crevette (via la transformation et la vente).
- Développer la vente directe.
- Rationnaliser les flottes.
- Amélioration des bateaux possible en fonction de du prix de vente de la crevette, est-ce rentable ?
- Est-ce que la pêche au casier est une option dans l'Estuaire ? Cela dépende de la rentabilité et des courants.
- Diversifier les activités à partir des équipements de pêche.
- Louer les quotas.
- Augmentation des prix de crevette ou diminution des coûts d'exploitation.
- Valoriser chaque kg de crevette qui est pêché - cibler des marchés de qualité plutôt que de la quantité - un produit de niche.
- Collaborer avec les industries pour que la crevette soit traitée pour être consommée fraiche.
- Pêche diversifiée va aider quand une des espèces baisse en quantité - l'obstacle majeur est celui d'obtenir le permis de pêche - même la modification du bateau est faisable.
- Créer le marché pour le sébaste pour que cette espèce redevienne rentable - serpent qui se mord la queue.

Les stratégies soulignées en turquoise sont celles ajoutées ou modifiées par le sous-groupe.

À noter que pour permettre ces stratégies, le groupe a supprimé les deux cadres de référence suivants : « S'assurer de retombées dans l'économie Québécoise (prêt garanti par la société québécoise via le MAPAQ) » et « La réglementation est peut-être liée à la protection des usines, car des communautés en dépendent ».

Consulter l'annexe 6 pour la perspective originale des pistes de solutions évoquées par ce sous-groupe.

Pistes de stratégies d'exploitation potentielles : réflexions du groupe 2

Voici les résultats de l'un des groupes par rapport aux trois questions suggérées pour ce temps de discussions :

- Pêche multi-espèces (simultanée ou non) : vision écosystémique (diminuer une pression sur la crevette et profiter d'autres espèces "montantes" qui profiteront du réchauffement des eaux) = MAIS la gestion par le MPO ne permet pas encore cette pratique pour la crevette.
- Rationnaliser les flottes (quelque chose qui existe déjà et stratégies qui fonctionnent).
- Polyvalence : Développer des stratégies de pêche robustes dans l'environnement et les marchés => aligner les pratiques des espèces dans le Golfe
- Diversifier les activités à partir des équipements de pêche.
- Développer la vente directe.
- Se réorienter vers le marché québécois.
- Louer les quotas.
- Augmenter la valeur de la crevette (via la transformation et la vente).
- Augmentation des prix de crevette ou diminution des coûts d'exploitation.
- Défis structurels (futurs) : décisions politiques/ gestion prises sans transparence, pas proactif pour le capital et qui pâtit de l'historique (pêche monospécifique).
- Partage d'informations : les pêcheurs manquent d'information par rapport aux marchés (difficile de développer de nouvelles niches sans informations même si cela semble changer avec la Covid).
- D'une pêche de volume vers une pêche plus diversifiée/différente (pensée davantage pour le pêcheur avec un meilleur partage des profils pour les différents utilisateurs).

Les stratégies soulignées en turquoise sont celles ajoutées ou modifiées par le sous-groupe.

À noter que pour permettre ces stratégies, le groupe a également supprimé les deux cadres de référence suivants : « S'assurer de retombées dans l'économie Québécoise (prêt garanti par la société québécoise via le MAPAQ) » et « La réglementation est peut-être liée à la protection des usines, car des communautés en dépendent ».

Consulter l'annexe 7 pour la perspective originale des pistes de solutions évoquées par ce sous-groupe.

Pistes de stratégies d'exploitation potentielles : réflexions du groupe 3

Voici les résultats de l'un des groupes par rapport aux trois questions suggérées pour ce temps de discussions :

- Pêche multi-espèces
- Développer la vente directe.
- Rationnaliser les flottes : +/- possible de rationnaliser davantage : $

→Amène de nouvelles problématiques (ex. : augmentation du prix)
→Racheter du quota = solution à court terme
→Accentue le problème de la relève

- Polyvalence : Développer des stratégies de pêche robustes dans l'environnement et les marchés => aligner les pratiques des espèces dans le Golfe
- Diversifier les activités à partir des équipements de pêche.
- Se réorienter vers le marché québécois.
- Changement de paradigme :

→Développer le marché canadien
→Réduire l'exportation = miser sur le Canada
→Développement d'un marché de volume au Canada

- Augmenter la valeur de la crevette (via la transformation et la vente).
- Louer les quotas.
- Prix payé à la livre pour le produit (ça pourrait couvrir les pertes, car diminution de quotas + diminution du prix = coup dur).
- Valoriser le produit et trouver un marché pour garantir le meilleur prix possible.
- Poursuivre les recherches (dans le temps) pour arrimer les données scientifiques VS les données observées par les pêcheurs.

→Pour assurer la pérennité.

- Établissement des TAC = à court terme. Différencier les changements qui sont possibles à court VS à long terme.
- Développement de la collaboration pêcheur/transformateur : exemple du système de traçabilité → création d'une expérience pour le consommateur/recherche d'une valeur ajoutée au produit (il semble y avoir un intérêt du MAPAQ).
- Relation entre producteur et transformateur : comment la transformation pourrait-elle participer à la recherche de solutions ?
- Développer une vision stratégique en plus d'une gestion à court terme.
- Prendre exemple sur le homard (tag, traçabilité du produit).

→Travailler sur l'ouverture face aux changements (ex. par la pub).

- →Développer les liens avec les producteurs (les intéresser à cette stratégie).

Les stratégies soulignées en turquoise sont celles ajoutées ou modifiées par le sous-groupe.

Consulter l'annexe 8 pour la perspective originale des pistes de solutions évoquées par ce sous-groupe.

Pistes de stratégies d'exploitation potentielles : réflexions du groupe 4

Voici les résultats de l'un des groupes par rapport aux trois questions suggérées pour ce temps de discussions :

- Pêche multi-espèces :

→Polyvalence de l'industrie

→Comment faire ?

- Développer la vente directe.

→Vente modèle des Cris

- Se réorienter vers le marché québécois.

→Parler aux producteurs pour questionner le modèle mondialisé

→Achat/consommation locale

→Identification du produit (ex. : logo produit du Québec)

- Viser la polyvalence, diversifier les approvisionnements et profiter des éventuelles opportunités (ex: sébaste).
- Promouvoir les produits de la mer

→Déjà des initiatives, autonomie alimentaire, à développer.

→Mesurer les effets de ces démarches.

- Augmenter la valeur de la crevette (via la transformation et la vente).

→Développer un produit de qualité pour pouvoir développer des stratégies marketing efficaces.

- Rationnaliser les flottes.
- Louer les quotas.

→ Pas d'appuis.

- Diversifier les activités à partir des équipements de pêche.

→Important de voir comment on fait les choses, l'élément de qualité. Passer d'un concept de volume à celui de la qualité.

- Informer sur l'origine des produits importés.

Les stratégies soulignées en turquoise sont celles ajoutées ou modifiées par le sous-groupe.

À noter que pour permettre ces stratégies, le groupe a ajouté deux cadres de référence : « Une aisance à questionner » et « Le Québec a une culture de consommation des produits de la mer ».

Consulter l'annexe 9 pour la perspective originale des pistes de solutions évoquées par ce sous-groupe.

QUELLE EST LA SUITE ?

En plénière, à la suite du survol des stratégies d'exploitation soulevées par chacun des sous-groupes, SEKHA a posé la question aux participants « À partir d'ici, quelle est la suite ? ». Voici les réponses captées dans Miro :

- Étudier la faisabilité (point de vue de l'industrie) des suggestions/cogitations d'aujourd'hui.
- Remettre sur pied le groupe de travail sur la crevette ?

→Leadership du MPO ?

- Identifier qui *leaderait* les idées discutées aujourd'hui.
- Reprendre l'exercice.
- Retenir les pistes les plus prometteuses puis se revoir.
- Tenter des "expériences" à volume restreint et les évaluer.
- Poursuivre les efforts de développement de la recherche-développement avec l'industrie.
- Voir s'il faut ajouter d'autres joueurs dans les réflexions (ex. : transformation).
- Partager les idées les plus communes avec les instances décisionnelles.
- Mettre en œuvre des projets en fonction des idées les plus partagées.
- Synthétiser les infos d'aujourd'hui et reprendre les discussions.
- Rester en mode solution et études de compromis/défis à court/moyen/long terme des différentes solutions envisagées.
- Mettre des ressources en commun (gouvernement + industrie + capture) et établir un "bureau de projet" pour développer les marchés.

Consulter l'annexe 10 pour la perspective originale des pistes captées par les étudiants lors du partage en plénière.

RÉTROACTION DES PARTICIPANTS

En clôture de l'atelier, SEKHA a demandé aux participants de partager volontairement ce avec quoi ils repartent de cet atelier. Voici les réponses captées dans Miro.

- L'espoir qu'une compréhension commune va pouvoir encourager de nouvelles pistes de développement.
- Beaucoup de joie de voir tout le monde travailler ensemble, il y a une belle volonté.
- Beaucoup d'enthousiasme et de questions.
- Beaucoup de gratitude envers tous les acteurs du secteur. Merci pour l'accueil et un plaisir de savoir qu'on a été utiles.
- On devrait se redonner rendez-vous et mesurer le chemin parcouru.
- Il y a encore un besoin de travailler de concert. Pleins de bonnes idées.
- Encourageant d'avoir des discussions comme cela!
- Retenons nos pistes de solution, travaillons sur ces solutions et travaillons différemment.

- Plein de nouvelles idées : ces discussions nous font avancer.
- Ça fait du bien que nos recherches et démarches peuvent être utiles (savoir que cela peut avoir un impact sur les communautés).
- Merveilleuse coopération! Enthousiasmant de voir vos idées dans leur diversité et leur cohérence : ces discussions semblent avoir réanimé des nouvelles idées de fédération pour rééchanger plus tard sur nos progrès.
- Merci aux chercheurs de l'université de s'être impliqués dans ce projet ! Chapeau ! Il manquait aujourd'hui le secteur de l'industrie : ce n'est que partie remise !

Consulter l'annexe 11 pour la perspective originale de la rétroaction captée par les étudiants lors du partage en plénière.

LE QUESTIONNAIRE D'APPRÉCIATION POST-ATELIER

Dans l'optique d'obtenir une rétroaction formelle des participants à propos de l'atelier et d'alimenter les réflexions de l'équipe de recherche pour leur communiquer de façon optimale les résultats du projet de recherche ainsi que ceux de l'atelier, SEKHA a envoyé un questionnaire d'appréciation aux 23 participants six jours après la tenue de l'atelier. Quatre personnes y ont répondu.

Ce que j'ai le plus apprécié de l'atelier du 19 février, c'est...

- La multidisciplinarité et la qualité de l'échange.
- Le dynamisme.
- C'est très encourageant de voir qu'il y a des gens qui travaillent au développement et à l'amélioration de la pêche.
- Le partage d'informations.

Ce que j'aurais apprécié de l'atelier du 19 février, c'est...

- Plus de temps pour pouvoir approfondir les discussions.
- Reconnaissance envers les acteurs et institutions publiques travaillant depuis des années à générer et consolider les jeux de données utilisés pour répondre à certaines questions de recherche par le groupe.
- Plus de temps.
- Rien de plus que ce qui nous a été offert.

À la fin de l'atelier, plusieurs participants ont mentionné vouloir poursuivre les discussions ensemble, voire tester certaines des idées émises. D'après vous, quel intervenant devrait coordonner la suite pour que les réflexions demeurent ouvertes et inclusives entre tous les acteurs concernés ?

- Ne faisant plus partie des intervenants du projet, je ne suis en mesure de répondre.
- Aucun et tous. C'est la plateforme qui compte, et non l'intervenant. Le maintien d'une plateforme indépendante de tous les intervenants serait appropriée.
- MPO
- Le service d'animation du 19 devrait être maintenu.

Le projet de recherche se clôturera d'ici peu avec la diffusion officielle des résultats. Par rapport à l'ensemble des données issues du projet de recherche (portrait de la crevette, représentations socio-économiques des acteurs, potentiel de capture de pêche), via quel médium souhaiteriez-vous en prendre connaissance de façon plus approfondie ? (ex. : webinaire, rapport, présentation dans le cadre d'un colloque, etc.)

- Toutes ces réponses : webinaire, rapports, présentations vulgarisées et dans le cadre d'un colloque.
- Indifférent
- Les deux
- Webinaire pour le moment, colloque quand on pourra à nouveau.

Selon vous, comment la recherche académique pourrait-elle vous soutenir dans la suite du processus d'élaboration de stratégies optimales pour l'exploitation de la crevette nordique ?

- Non concernée
- En supervisant des étudiants et facilitant l'émergence de nouvelles idées.
- Avec des études comme celle-ci, c'est super.
- En faisant les liens nécessaires à chaque saison de pêche.

N'hésitez pas à nous faire part de tout autre commentaire ou question que vous pourriez avoir !

- J'ai adoré
- Au plaisir de poursuivre la collaboration.

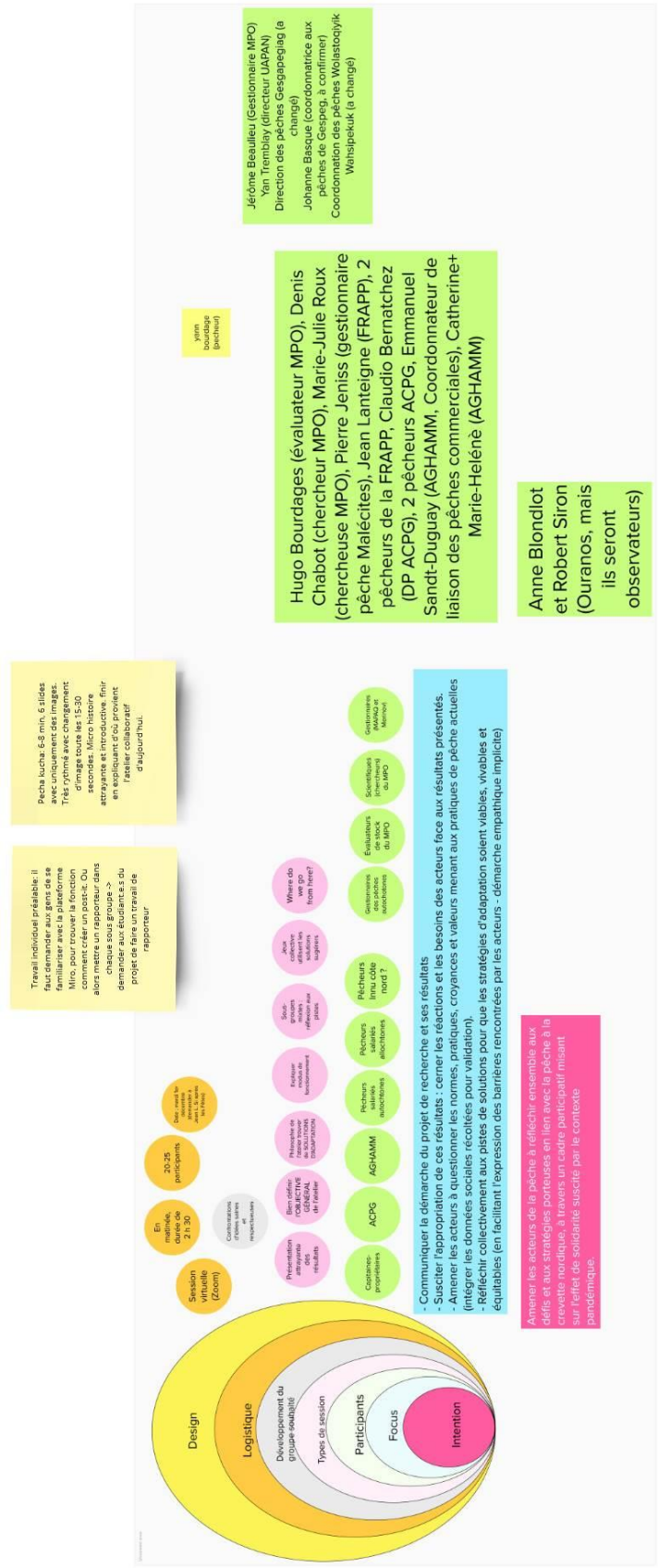
LA RÉTROACTION PAR RAPPORT À L'ACCOMPAGNEMENT DE SEKHA

Le 16 mars dernier, SEKHA et l'équipe de recherche se sont réunis pour une rencontre bilan qui bouclait la boucle du présent mandat. Les réponses du questionnaire d'appréciation envoyé aux participants ont été partagées par SEKHA. L'équipe de recherche a également débriefé l'expérience vécue. Elle a notamment dit apprécier les échanges constructifs, la participation active et ouverte de tous les acteurs présents, dans un esprit collaboratif centré sur un « nous ». Le design de l'atelier favorisait cet espace de discussions sécuritaire, orienté vers un futur commun et soutenu par une approche appréciative et bienveillante.

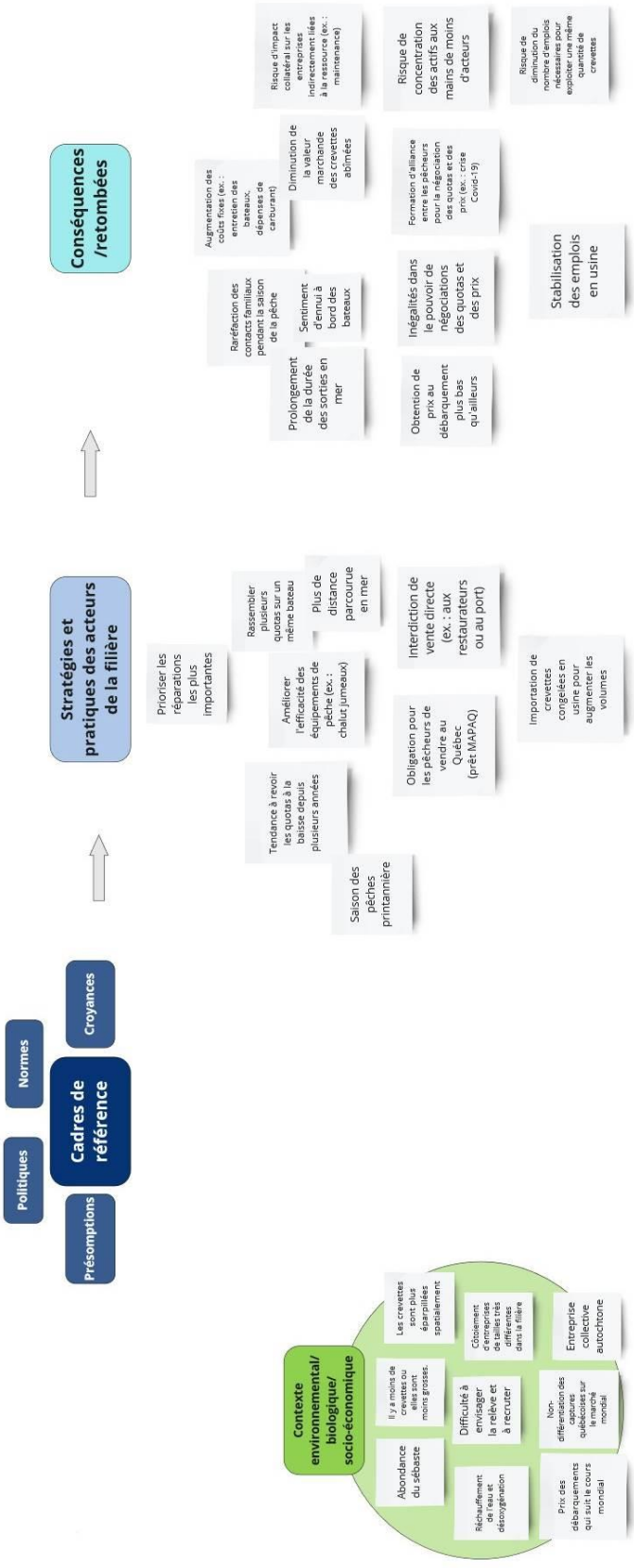
En rétrospective, la présence des acteurs de la transformation aurait été souhaitée et souhaitable. Pour fait écho aux commentaires des participants, l'équipe de recherche a également perçu que davantage de temps aurait pu être consacré à développer les réflexions autours des stratégies d'exploitation de la crevette. La formule virtuelle n'étant pas la plus propice aux ateliers d'une durée de plus d'une demi-journée, la possibilité d'offrir un second atelier pour poursuivre les discussions a été évoquée.

Quant à la suite pour l'équipe de recherche, une présentation lors du colloque 2022 de l'ACPG a déjà été confirmée. Puisqu'un webinaire semble la formule privilégiée pour transmettre les résultats du projet de recherche, cette option sera réfléchie par l'équipe. Enrichie de son expérience de l'approche empathique, l'équipe de recherche portera une attention particulière à toutes ses communications futures, afin qu'elles soient adaptées aux besoins de ceux et celles à qui le message s'adresse.

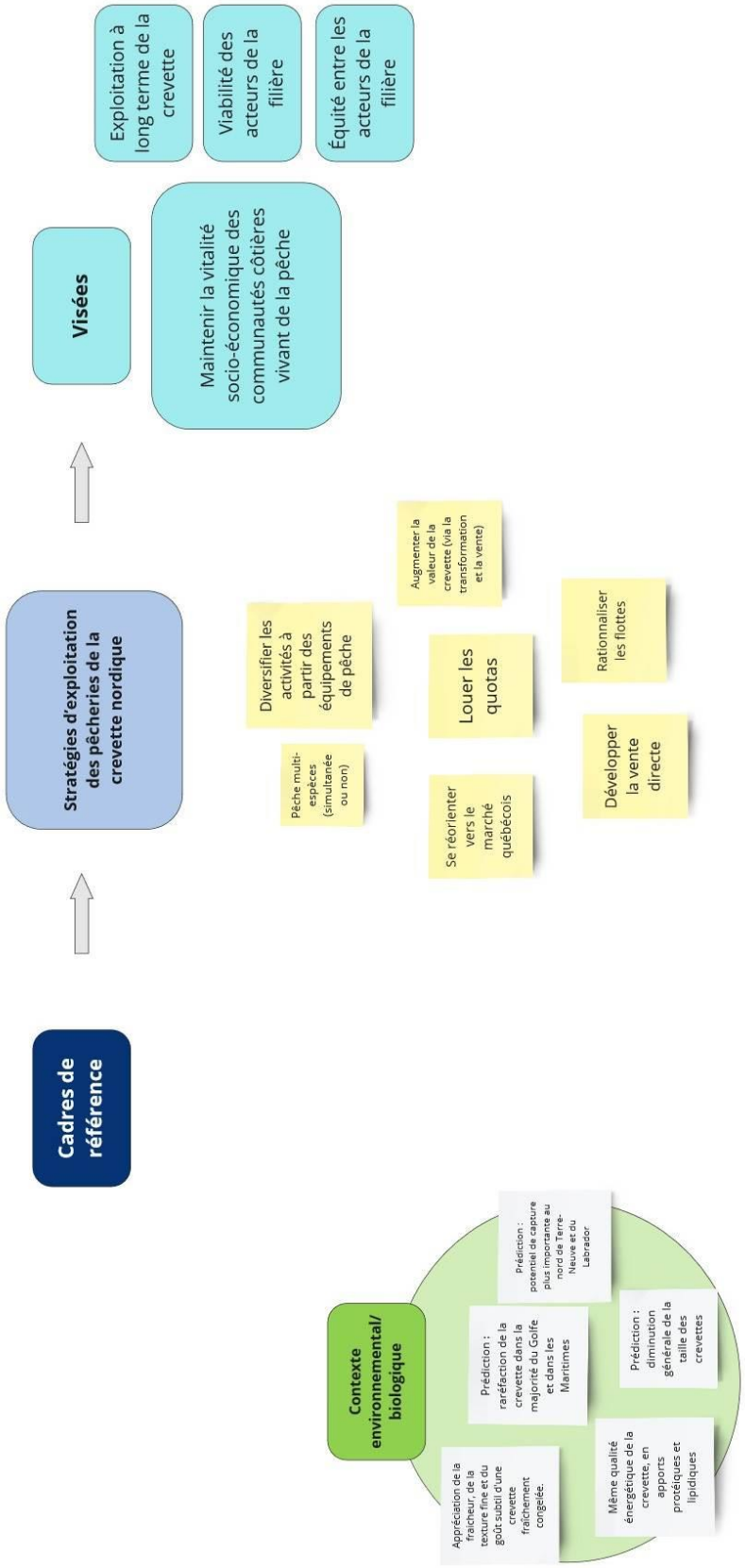
ANNEXE 1 – ÉLÉMENTS CLÉS DU DESIGN DE L'ATELIER PARTICIPATIF



ANNEXE 2 – SCHÉMA « MAÎTRE » DES STRATÉGIES ET PRATIQUES DE PÊCHES

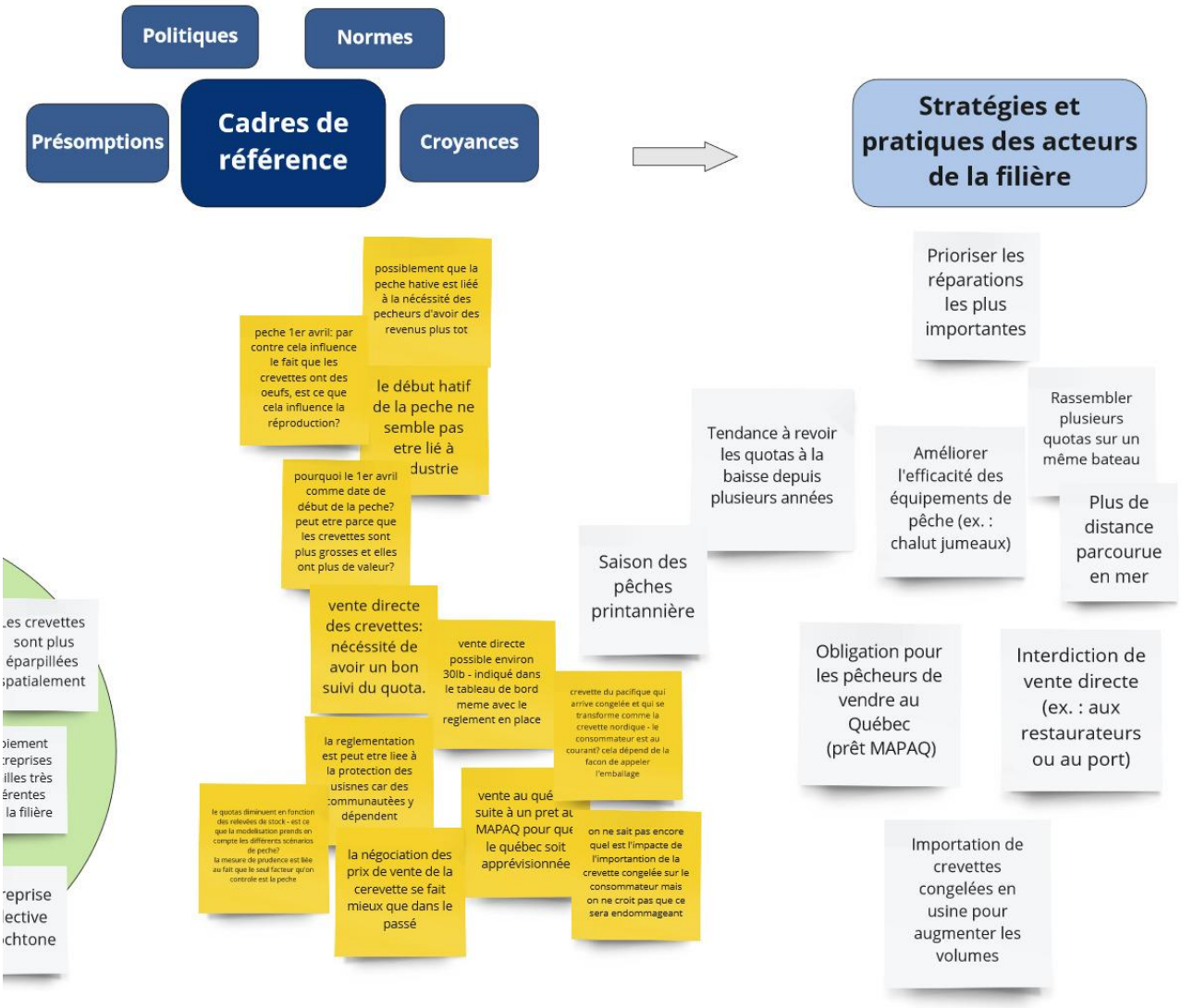


ANNEXE 3 – SCHÉMA « MAÎTRE » POUR GUIDER DES PISTES DE SOLUTION

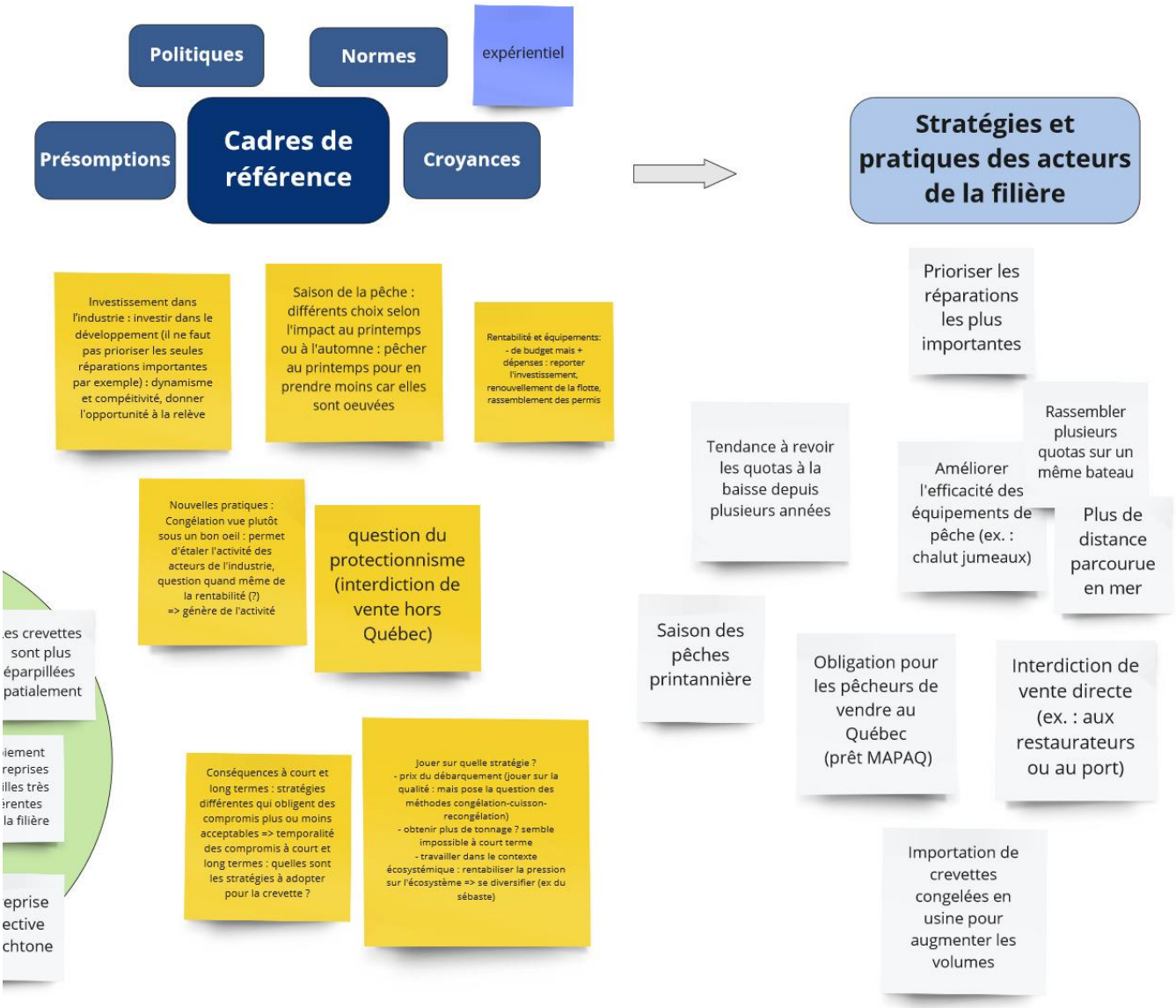


ANNEXE 4 – STRATÉGIES ET PRATIQUES DE PÊCHE : CADRES DE RÉFÉRENCE

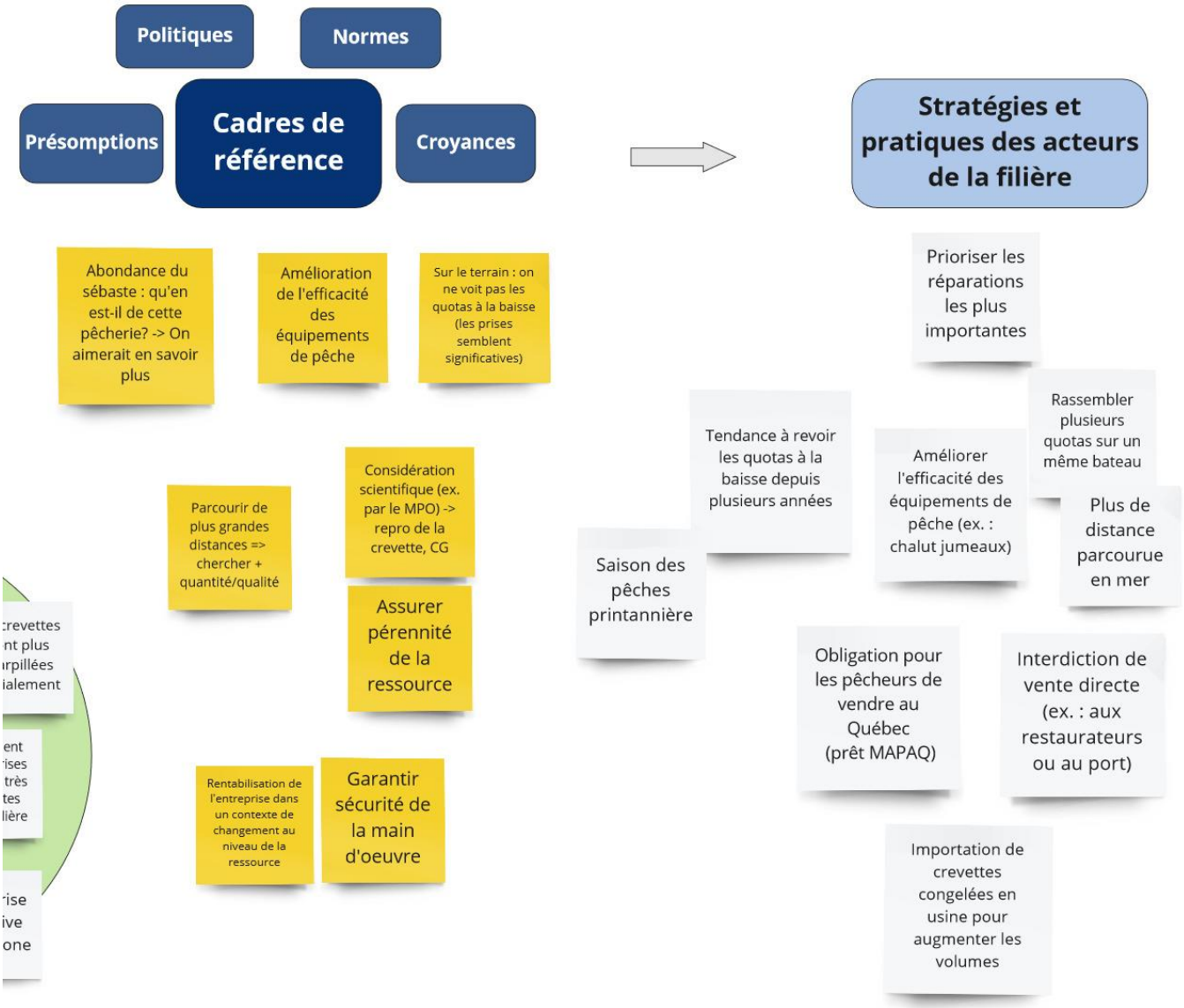
GROUPE 1



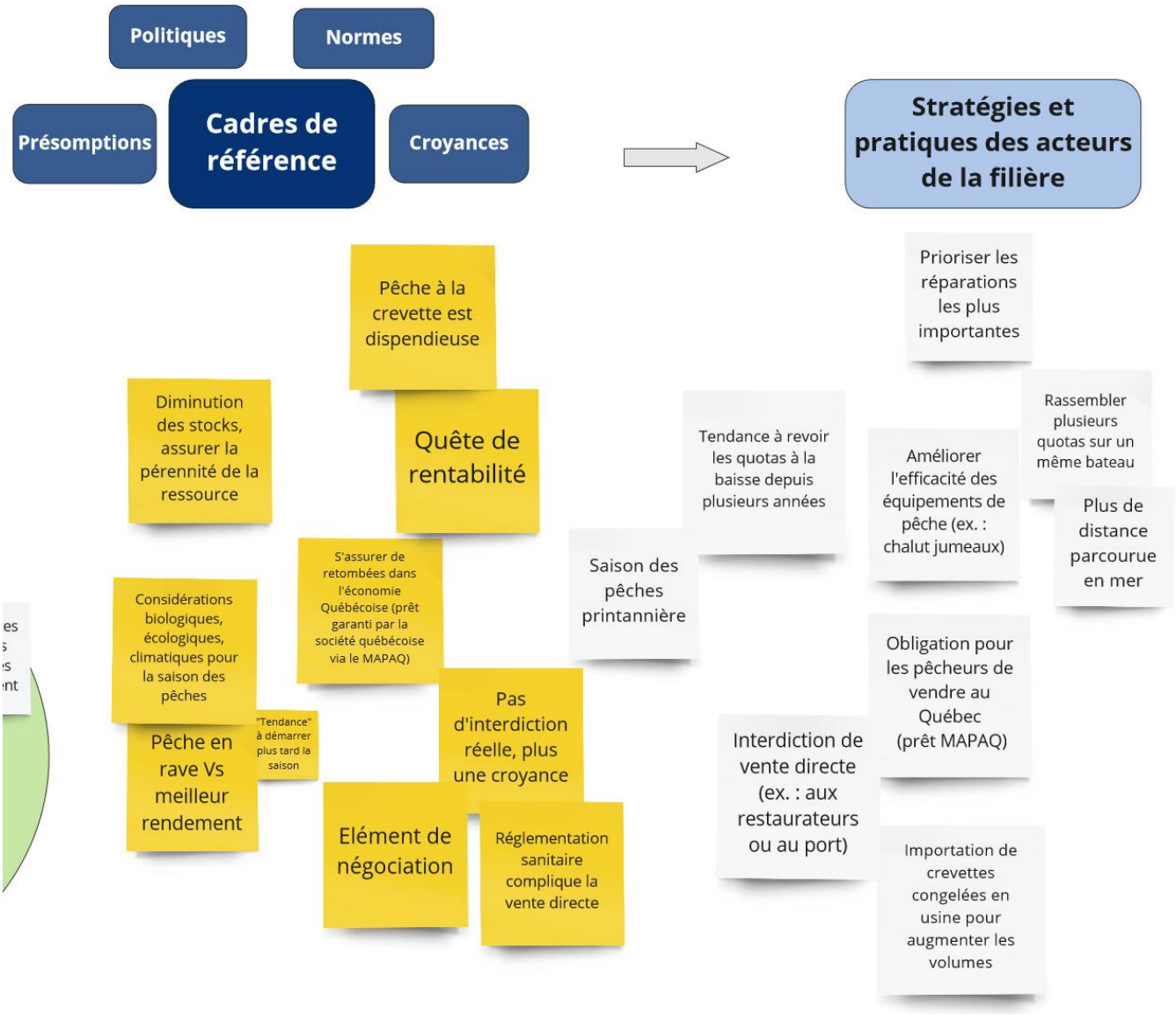
GROUPE 2


Politiques
Normes
expérientiel
Présomptions
Cadres de référence
Croyances
Stratégies et pratiques des acteurs de la filière
Investissement dans l'industrie : investir dans le développement (il ne faut pas prioriser les seules réparations importantes par exemple) : dynamisme et compétivité, donner l'opportunité à la relève
Saison de la pêche : différents choix selon l'impact au printemps ou à l'automne : pêcher au printemps pour en prendre moins car elles sont oeuvées
Rentabilité et équipements: - de budget mais + dépenses : reporter l'investissement, renouvellement de la flotte, rassemblement des permis
Prioriser les réparations les plus importantes
Tendance à revoir les quotas à la baisse depuis plusieurs années
Rassembler plusieurs quotas sur un même bateau
Améliorer l'efficacité des équipements de pêche (ex. : chalut jumeaux)
Plus de distance parcourue en mer
Nouvelles pratiques : Congélation vue plutôt sous un bon oeil : permet d'étaler l'activité des acteurs de l'industrie, question quand même de la rentabilité (?) => génère de l'activité
question du protectionnisme (interdiction de vente hors Québec)
Saison des pêches printannière
Obligation pour les pêcheurs de vendre au Québec (prêt MAPAQ)
Interdiction de vente directe (ex. : aux restaurateurs ou au port)
Importation de crevettes congelées en usine pour augmenter les volumes
Conséquences à court et long termes : stratégies différentes qui obligent des compromis plus ou moins acceptables => temporalité des compromis à court et long termes : quelles sont les stratégies à adopter pour la crevette ?
Jouer sur quelle stratégie ? - prix du débarquement (jouer sur la qualité : mais pose la question des méthodes congélation-cuisson-recongélation) - obtenir plus de tonnage ? semble impossible à court terme - travailler dans le contexte écosystémique : rentabiliser la pression sur l'écosystème => se diversifier (ex du sébaste)

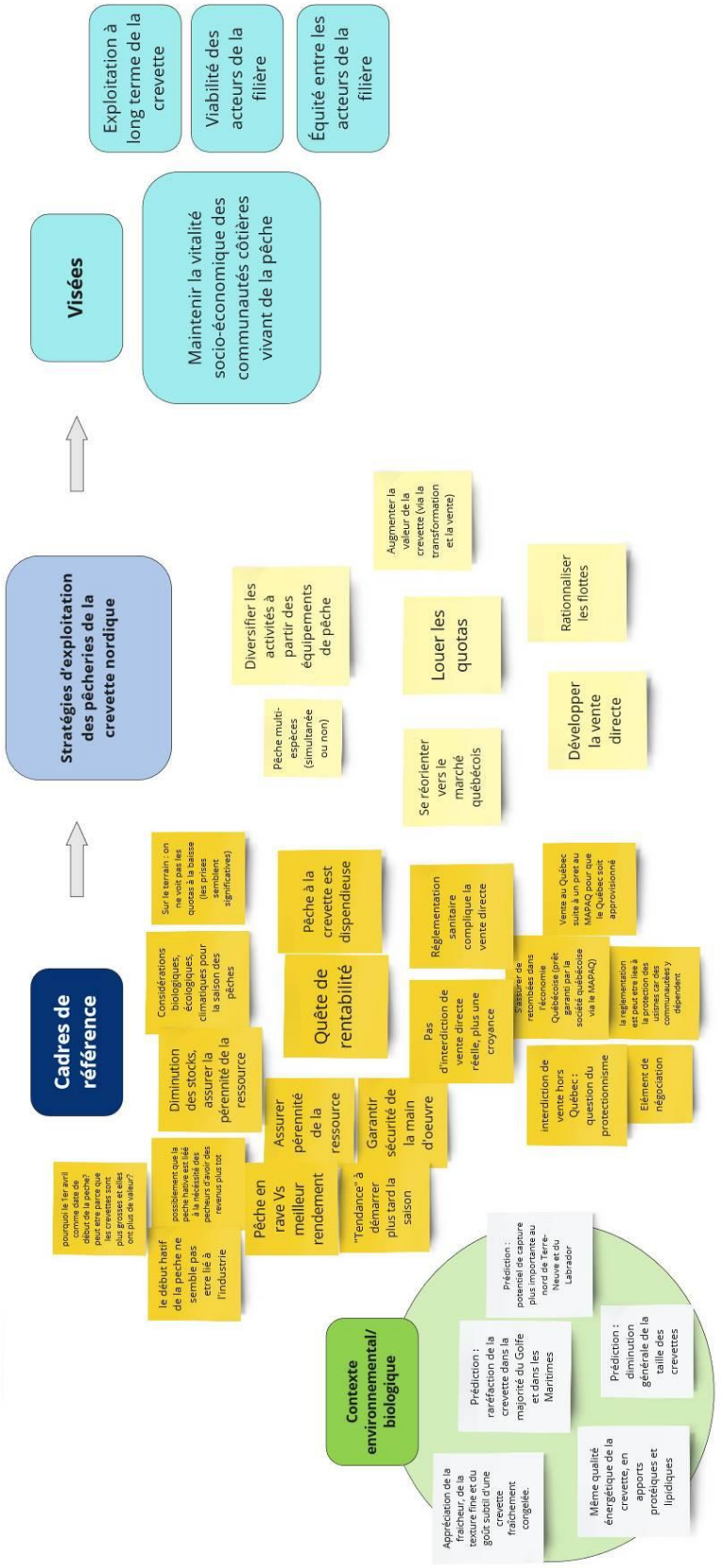
GROUPE 3


Politiques
Normes
Présomptions
Cadres de référence
Croyances
Stratégies et pratiques des acteurs de la filière
Abondance du sébaste : qu'en est-il de cette pêcherie? -> On aimerait en savoir plus
Amélioration de l'efficacité des équipements de pêche
Sur le terrain : on ne voit pas les quotas à la baisse (les prises semblent significatives)
Prioriser les réparations les plus importantes
Rassembler plusieurs quotas sur un même bateau
Tendance à revoir les quotas à la baisse depuis plusieurs années
Améliorer l'efficacité des équipements de pêche (ex. : chalut jumeaux)
Plus de distance parcourue en mer
Parcourir de plus grandes distances => chercher + quantité/qualité
Considération scientifique (ex. par le MPO) -> repro de la crevette, CG
Saison des pêches printannière
Assurer pérennité de la ressource
Obligation pour les pêcheurs de vendre au Québec (prêt MAPAQ)
Interdiction de vente directe (ex. : aux restaurateurs ou au port)
Rentabilisation de l'entreprise dans un contexte de changement au niveau de la ressource
Garantir sécurité de la main d'oeuvre
Importation de crevettes congelées en usine pour augmenter les volumes

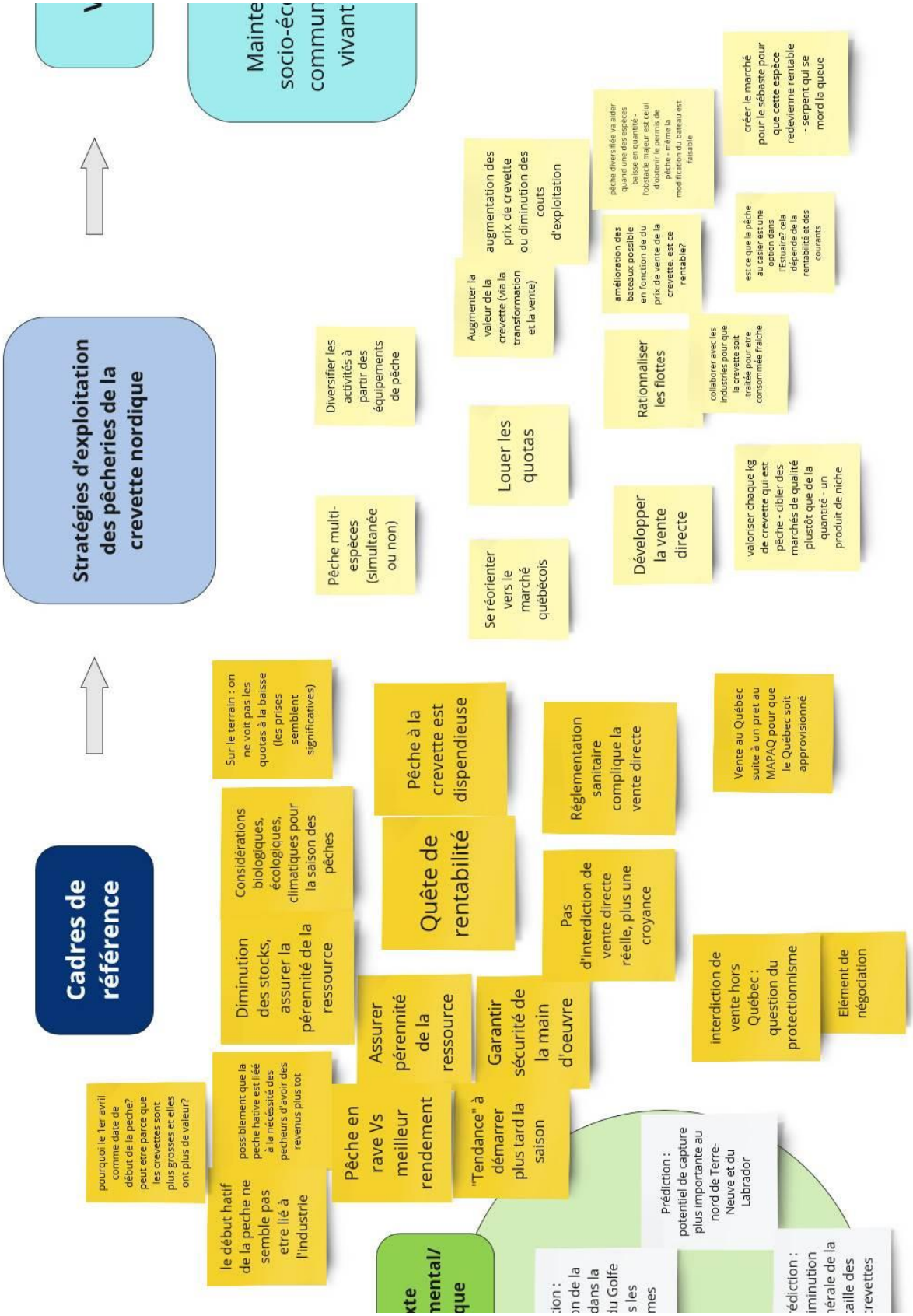
GROUPE 4


Politiques
Normes
Présomptions
Cadres de référence
Croyances
Stratégies et pratiques des acteurs de la filière
Prioriser les réparations les plus importantes
Pêche à la crevette est dispendieuse
Rassembler plusieurs quotas sur un même bateau
Diminution des stocks, assurer la pérennité de la ressource
Quête de rentabilité
Tendance à revoir les quotas à la baisse depuis plusieurs années
Améliorer l'efficacité des équipements de pêche (ex. : chalut jumeaux)
Plus de distance parcourue en mer
S'assurer de retombées dans l'économie Québécoise (prêt garanti par la société québécoise via le MAPAQ)
Saison des pêches printannière
Considérations biologiques, écologiques, climatiques pour la saison des pêches
Obligation pour les pêcheurs de vendre au Québec (prêt MAPAQ)
"Tendance" à démarrer plus tard la saison
Pas d'interdiction réelle, plus une croyance
Pêche en rave Vs meilleur rendement
Interdiction de vente directe (ex. : aux restaurateurs ou au port)
Elément de négociation
Réglementation sanitaire complique la vente directe
Importation de crevettes congelées en usine pour augmenter les volumes

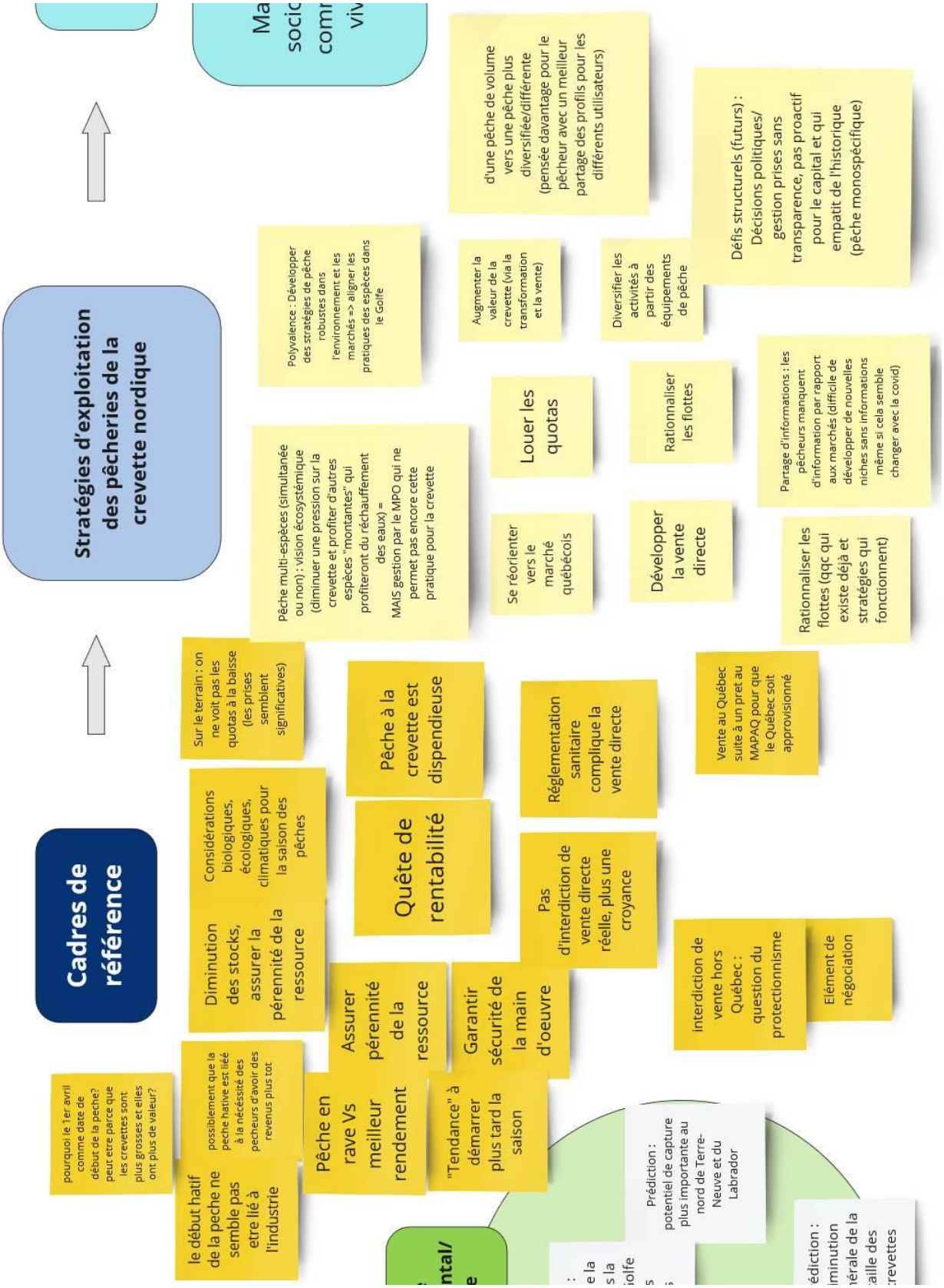
ANNEXE 5 – SCHÉMA « MAÎTRE » POUR GUIDER LES PISTES DE SOLUTION (AVEC CADRES DE RÉFÉRENCE)



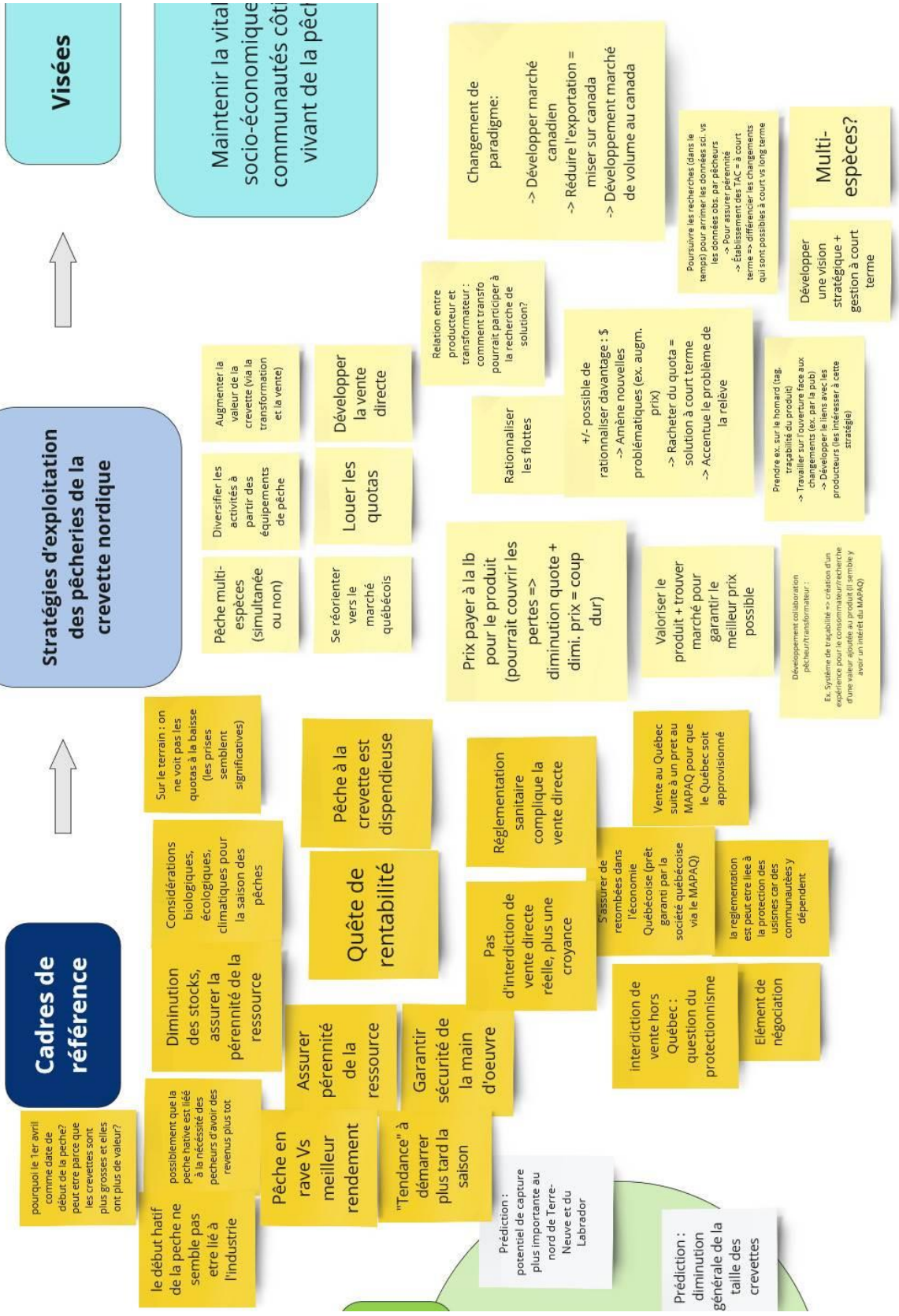
ANNEXE 6 – PISTES DE STRATÉGIES D'EXPLOITATION (GROUPE 1)



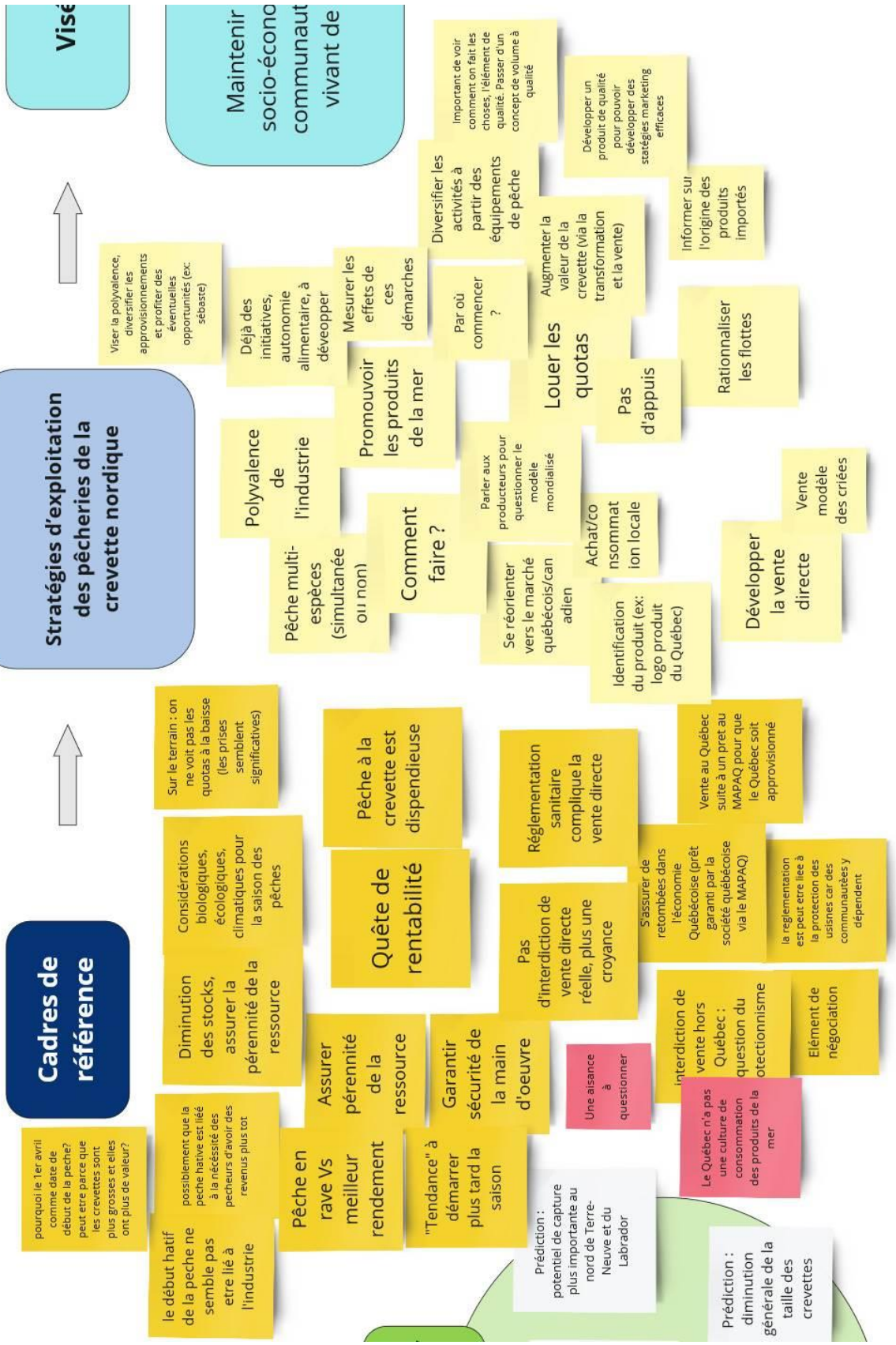
ANNEXE 7 – PISTES DE STRATÉGIES D'EXPLOITATION (GROUPE 2)



ANNEXE 8 – PISTES DE STRATÉGIES D'EXPLOITATION (GROUPE 3)



ANNEXE 9 – PISTES DE STRATÉGIES D'EXPLOITATION (GROUPE 4)



ANNEXE 10 – QUELLE EST LA SUITE ?

ANNEXE 11 – RÉTROACTION DES PARTICIPANTS

Annexe 5 :

Portrait de l'industrie de la crevette nordique dans l'Est du Québec

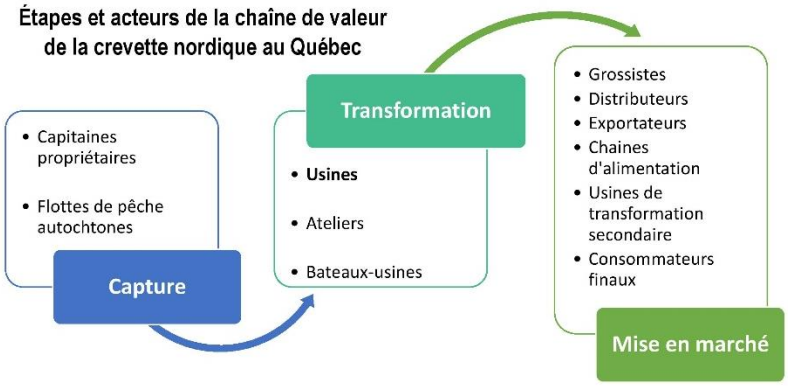
Soubirou M., Alberio M., Dancette R. - 2021

Table des matières

Table des matières 1
1. Introduction 2
2. Historique de l'exploitation commerciale de la crevette nordique dans l'Est-du-Québec 3
2.1. Les années 1960 & 1970 – Une activité émergente 3
2.2. 1980 à 1994 - Entre croissance et gestion 4
2.3. 1995 à 2010 – Abondance et début des pêches autochtones 4
2.3.1. Abondance et modernisation 4
2.3.2. Émergence des pêches commerciales autochtones 5
3. Gouvernance et représentation des acteurs des pêches à la crevette nordique dans l'Est du Québec 7
4. Volume et valeur des débarquements 8
5. Portrait de la pêche commerciale à la crevette nordique dans l'Est du Québec 10
5.1. Portrait général 10
5.2. Flottes des Premières Nations 11
6. Portrait de la transformation des crevettes nordiques dans l'Est du Québec 13
6.1. Règlementation de la transformation commerciale des crevettes nordiques au Québec 13
6.2. Acteurs et processus de transformation commerciale de la crevette nordique au Québec 14
7. Conclusion 15
Références 16

1. Introduction

La crevette nordique (*Pandalus borealis*) est l'une des plus importantes espèces exploitées au Québec avec des débarquements d'une valeur de 28 millions de dollars en 2018 (MAPAQ, 2020 : 9). 97% de cette valeur a été reçue par les régions de la Gaspésie et du Bas-Saint-Laurent dans l'Est-du-Québec (Ibid. : 21). C'est un moteur d'approvisionnement et de développement pour de nombreuses communautés côtières de ces régions éloignées des grands centres urbains. La pêche commerciale à la crevette nordique dans l'Est du Québec est caractérisée par de très petites entreprises, comptant généralement moins de dix salariés. Ces entreprises appartiennent principalement à des capitaines-propriétaires qui possèdent leurs chalutiers et emploient des pêcheurs et des matelots, la plupart du temps rémunérés selon un pourcentage de la valeur des prises du bateau. Il s'agit d'entreprises privées dans lesquelles les propriétaires-gérants assument à la fois des fonctions de gestion (direction de l'entreprise) et des fonctions opérationnelles (pêche à la crevette). Certaines flottes de chalutiers appartiennent en outre directement ou via des incorporations à des communautés des Premières Nations. Des entreprises plus grandes, parfois multinationales, se chargent de la transformation et de la commercialisation des crevettes nordiques de l'Est du Québec.



Avec les changements globaux, les eaux du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent semblent être particulièrement touchées par la désoxygénation (Claret et al., 2018 :868). Ces eaux se réchauffent également (Stortini et al., 2017 : 2) et « tant le réchauffement que les conditions hipoxyques devraient se poursuivre en raison du changement climatique global »[1] (Ibid.). Ces changements pourraient modifier l'abondance des stocks locaux de crevettes nordiques (Stortini et al., 2017) qui depuis les années 2010 semblent en déclin. Les totaux admissibles des captures (TAC) de crevettes nordiques dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent sont ainsi passés de 37 016 tonnes en 2009 à 26 732 t en 2017 (Bourdages et Marquis, 2019 : 9), ce qui place l'industrie dans une situation d'incertitude. En menaçant la ressource, les changements climatiques et globaux pourraient dans le moyen et long terme nuire par extension à l'activité économique de la pêche, ainsi qu'à la vitalité sociale et économique de plusieurs régions dépendantes de la filière crevettes (Fernandes et al., 2016; Queiros et al. 2015). Il s'agit donc d'un risque important. Notre étude vise à identifier les retombées socio-économiques pour les communautés côtières, afin de promouvoir des bonnes

[1] Traduit par les auteurs.

pratiques d'exploitation déjà identifiées et mettre en place de nouvelles solutions d'adaptation pour gérer au mieux le devenir de la ressource crevette dans un contexte de changements climatiques et globaux.

Ce portrait de l'industrie vise à répondre à la Tâche 2.1 de notre projet de recherche, soit la mise en perspective de l'état actuel de l'industrie de la crevette nordique. Il propose ainsi une description de l'historique, de la gouvernance et de la situation actuelle de la capture et de la transformation de la crevette nordique au Québec.

2. Historique de l'exploitation commerciale de la crevette nordique dans l'Est-du-Québec

2.1. Les années 1960 & 1970 – Une activité émergente

L'histoire de l'exploitation de la crevette nordique dans le golfe du Saint-Laurent a débuté en 1964 (Giroux, 1977 : 100). Un pêcheur de flétan et de morue de Rimouski, Clément Soucy, découvre de la crevette nordique dans l'estomac de poissons qu'il éviscérait. Il s'agissait à ce moment-là d'un produit inconnu dans le golfe du Saint-Laurent. Clément Soucy se lance dans les premières expériences de pêche à la crevette nordique dans le golfe en collaboration avec la Direction Générale des Pêches du ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec (Giroux, 1977 :114) qui lui fournit trois chaluts. Ces premières expérimentations ont lieu au large de Sept-Îles (Pointe aux Anglais) avec un chalutier à pêche latérale. Ne sachant comment utiliser efficacement le matériel qui lui a été fourni, Clément Soucy part se former à la pêche à la crevette en Norvège. A son retour s'amorce une coopération avec une entreprise norvégienne - la Stabburet - pour l'exploitation des crevettes du golfe (Giroux, 1977 : 100). Des pêcheurs norvégiens expérimentés formeront notamment des pêcheurs québécois à la fois à la manœuvre du chalut mais aussi au stockage optimal des crevettes à bord du bateau. Clément Soucy vendait au début ses crevettes au détail dans un cabanon à Sept-Îles. A partir de 1966, il y ouvre une poissonnerie familiale qui deviendra dans les années 1980 une petite usine.

Matane a été la première municipalité à proposer un local pour entreposer les crevettes (entrepôt frigorifique, congélation, production de glace). Une première usine de transformation québécoise y a été fondée en 1967 en partenariat avec des industriels norvégiens : la Can-Nor Seafoods (actuellement Fruits de Mer de l'Est du Québec Ltd.).

En 1971, la Direction Générale des Pêches du Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec (DGPMICQ) publie un rapport intitulé « Biologie, pêche et transformation de la crevette *Pandalus borealis* du Golfe du Saint-Laurent » (DGPMICQ, 1971). Celui-ci synthétise des travaux exploratoires menés par le ministère autour de toutes les étapes de la chaine de valeur de 1965 à 1970 indiquant : « Nous sommes persuadés que l'industrie de la pêche du Québec a fait un pas en avant le jour où elle s'est intéressée à l'exploitation des crevettes du golfe du Saint-Laurent » (DGPMICQ, 1971 : 143).

De 1965 à 1969, la crevette n'est pêchée que dans la zone de Sept-Iles (11 tonnes débarquées en 1965, 273 tonnes en 1969). En 1970, les débarquements débutent à Esquiman, avant de commencer en 1973 au Nord d'Anticosti, en 1978 au Sud d'Anticosti et en 1980 dans la zone de l'Estuaire. En

1980, 2921 tonnes de crevettes étaient débarquées pour la zone de Sept-Iles, 1454 tonnes pour le Nord d'Anticosti, 57 tonnes pour le Sud d'Anticosti et 539 tonnes pour l'Estuaire (Savard et al., 2003, p.25). La demande de permis de pêche à la crevette nordique augmente dans les années 1970:

« […] l'effondrement des stocks de morue et de sébaste au milieu des années 1970 ainsi que les faibles prix payés pour ces espèces ont engendré une demande accrue des permis de pêche pour la crevette nordique […]. Le nombre de permis de pêche à la crevette nordique a donc augmenté jusqu'en 1980 où il a été limité à 111 » (Savard et al., 2003 : 8).

2.2. 1980 à 1994 - Entre croissance et gestion

Durant les années 1980, l'industrie de la pêche à la crevette nordique au Québec prend de l'ampleur. De 1985 à 1990, le nombre de permis à pêcher augmente de 20% tandis qu'entre 1982 et 1989 les prises de *Pandalus borealis* dans le golfe du Saint-Laurent augmentent de 85% (Savard et al., 2003 : 9-10).

La décennie 1980 est aussi celle de la mise en place de premières mesures de gestion. Des Totaux Admissibles de Capture (TAC) par zones sont ainsi imposés en 1982. A partir de 1983, des saisons de pêche contingentées sont instaurées dans la zone de Sept-Îles. Des contingents individuels ont commencé à être mis en place en 1991 pour 71 pêcheurs (groupe B). Un autre groupe de 63 pêcheurs (groupe A) continue alors de pratiquer une pêche compétitive dans le chenal d'Esquiman (Savard et al., 2003 : 12). La même année, les pêcheurs obtiennent que la pêche à la crevette nordique soit interdite de janvier à mars. En 1993, l'utilisation de la grille séparatrice Nordmore[2] est rendue obligatoire pour éviter les prises accessoires de poissons de fonds alors que cette ressource s'effondre. Les contingents individuels du groupe B sont en outre transformés cette même année en quotas individuels transférables (Savard et al., 2003 : 13). En 1994, 6165 tonnes de crevettes sont débarquées pour la zone de Sept-Îles (qui comprend désormais aussi la zone du Sud d'Anticosti), 4854 tonnes pour le Nord d'Anticosti, 4869 tonnes pour Esquiman et 502 tonnes pour l'Estuaire (Savard et al., 2003 : 25).

2.3. 1995 à 2010 – Abondance et début des pêches autochtones

2.3.1. Abondance et modernisation

Alors qu'en 1993 un moratoire est décidé par le gouvernement fédéral sur la morue et le sébaste, les pêcheurs de poisson de fonds souhaitent se tourner vers la crevette nordique. Dans le même temps, les TAC augmentent à plusieurs reprises à la fin des années 1990 du fait de l'abondance de la ressource. Entre 1994 et 2000 ceux-ci passent ainsi de 16 600 tonnes à 25 969 tonnes à l'échelle du Golfe (Savard et al., 2003 : 23). A partir de 1994, une politique de rationalisation des flottilles

[2] Merinov, 2014 : https://www.youtube.com/watch?v=vZNws19aoRE

est menée par le Ministère des Pêches et Océans afin d'augmenter la rentabilité des entreprises de pêche. Le nombre de permis passe ainsi de 134 en 1993 à 117 en 2000 (Savard et al., 2003 : 22).

De 2000 à 2009 les TAC continuent de croitre, atteignant leur pic à 37016 tonnes pour l'ensemble de l'estuaire et du golfe (2009) alors que les débarquements atteignent leur maximum en 2010 avec 36302 tonnes (Bourdages et Marquis, 2019 : 9). Cette abondance n'est pas sans faire baisser les prix au débarquement qui atteignent leur minimum en 2006 à environ 0,45$/lb (MAPAQ, 2015 : 7).

Les usines de transformation québécoises – alors vieillissantes - se modernisent dans les années 2000 en automatisant leurs lignes de production. Cette modernisation est soutenue par le MAPAQ qui octroie des prêts et subventions pour soutenir ce processus. Les usines augmentent ainsi fortement leur capacité de production afin de répondre aux volumes croissant de crevettes capturées.

2.3.2. Émergence des pêches commerciales autochtones

La fin des années 1990 voit aussi l'émergence de pêches commerciales autochtones au Canada. En 1990, le jugement Sparrow de la Cour suprême du Canada reconnaissait la validité d'un droit de pêche autochtone ancestral « à des fins alimentaires, sociales et rituelles », ce droit ayant « préséance sur les autres utilisations de la ressources, une fois les impératifs de conservation satisfaits » (MPO, 2007 : 16). Ronald Edward Sparrow, un membre de la Première Nation de Musqueam (Colombie Britannique) été alors jugé pour avoir pêché avec des filets plus grands que ceux autorisés par la Loi sur les pêches. Il fût reconnu non-coupable d'infraction par ce jugement en vertu d'un droit de pêche ancestral. Ce droit était considéré comme issu des traités ancestraux et reconnu par l'article 35 de la Loi constitutionnelle de 1982 qui indique que « Les droits existants — ancestraux ou issus de traités — des peuples autochtones du Canada sont reconnus et confirmés ». Le Jugement Sparrow abouti au lancement en 1992 par le Ministère des Pêches et Océans de la Stratégie relative aux pêches autochtones (SRAPA) qui vise à gérer les pêches autochtones par la conclusion d'ententes avec les communautés des Premières Nations. Autre conséquence du Jugement Sparrow, le Ministère des Pêches et Océans lance en 1994 au sein de la SRAPA le Programme de Transfert des Allocations (PTA) qui « facilite le retrait volontaire de permis de pêche commerciale et la délivrance de permis communautaires aux groupes autochtones admissibles » (MPO, 2007 : 16).

Le 17 novembre 1999, un autre arrêt de la Cour suprême du Canada vient confirmer des droits de pêche commerciale autochtones. Il s'agit du jugement Marshall par lequel Donald Marshall Jr. de la Première Nation Mi'gmaque de Membertou (Nouvelle-Écosse) est acquitté en vertu de la reconnaissance de droits issus des traités conformément à l'article 35 de la Loi constitutionnelle de 1982. Il avait tout d'abord été condamné en 1996 pour avoir pêché et vendu des anguilles sans permis et hors des périodes autorisées, contrevenant ainsi à la Loi sur les pêches. L'arrêt Marshall reconnaissait que « les traités signés en 1760 et 1761 par les Premières Nations Mi'gmaques et Malécites comportaient un droit communautaire de pratiquer la chasse, la pêche et la cueillette pour en tirer une « subsistance convenable » » (MPO, 2007 : 17). Suite au jugement Marshall, des

tensions éclatent entre pêcheurs allochtones et autochtones dans les provinces maritimes, incitant le Ministère des Pêches et Océans à prendre rapidement des initiatives. En conséquence est lancée en 2000 l'Initiative de l'Après-Marshall (IAM) par laquelle des ententes de pêche provisoires ont été conclues avec 32 des 34 communautés des Premières Nations Mi'gmaques et Malécites « en vertu desquelles les Premières Nations obtenaient un accès à la pêche commerciale ; […] des permis de pêche de diverses espèces, de même que des bateaux, des engins et du matériel de pêche, des moyens de renforcer leurs capacités, de la formation et des infrastructures » (MPO, 2007 : 17). Suite au jugement Marshall, le Ministères Pêches et Océans lance également en 2004 le Programme Autochtone de Gestion des Ressources Aquatiques et Océaniques (PAGRAO). Le PAGRAO vise à permettre aux communautés autochtones de participer à la gestion des écosystèmes aquatiques. Il a permis le financement de formations mais aussi de « l'accès à la pêche commerciale » et du « développement de capacités dans le secteur de l'aquaculture » (MPO, 2007 : 17). Notons enfin que si le jugement Marshall et les ententes conclues à sa suite dans le cadre de l'IAM ne concernaient que les Premières Nations Mi'gmaques et Malécites, les Innus ont eu accès dans les mêmes années aux pêches commerciales du fait de négociations globales (toujours en cours) autour de leurs droits ancestraux (Charest, 2012 : 227) et participent à la fois à la SRAPA, au PTA et au PAGRAO.

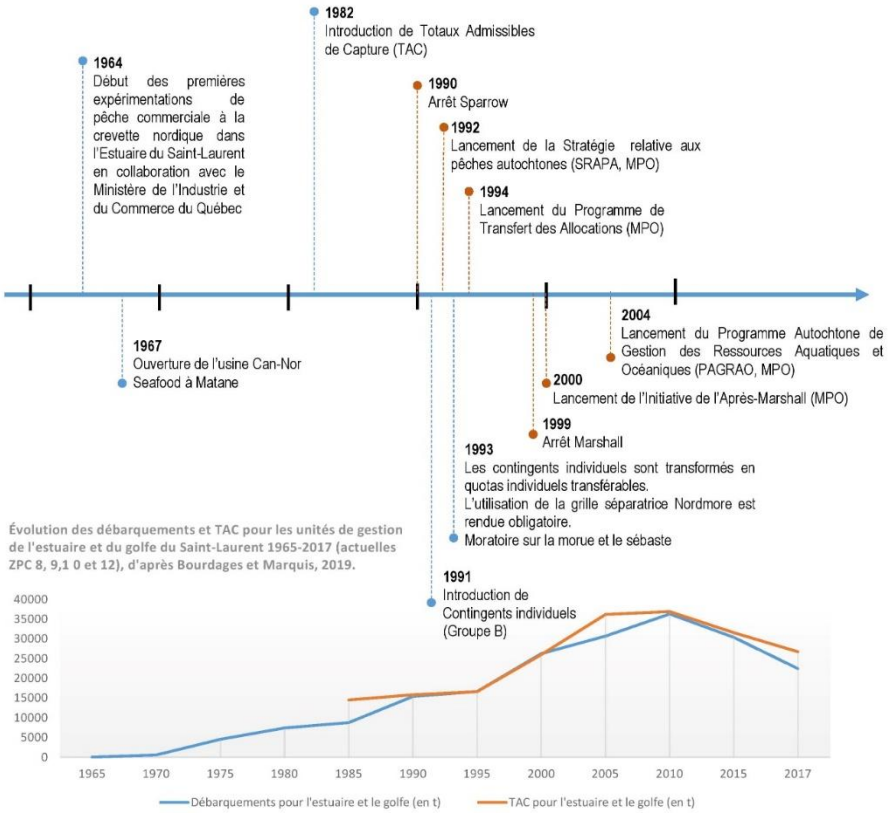


Figure 1- Trajectoire des pêches commerciales à la crevette nordique dans l'Est du Québec

Depuis 2010, les TAC de crevettes nordiques sont en diminution dans le golfe du Saint-Laurent, atteignant 26732 tonnes en 2017 (Bourdages et Marquis, 2019 : 9). Dans le même temps, les prix au débarquement au Québec ont connu une forte augmentation, atteignant 1.54$/lb en 2018 (MAPAQ, 2020 : 10) et compensant ainsi pendant quelques années la baisse des quantités capturées. Alors que les TAC continuent de diminuer ces dernières années sous l'effet de pressions multifactorielles sur la ressource, la filière semble plongée dans une situation d'incertitude. À l'heure des changements globaux, les eaux du Golfe et l'Estuaire du Saint-Laurent semblent particulièrement touchées ce qui n'est pas sans affecter la ressource en crevettes nordiques : « Northern shrimp larvae from an isolated population in the Lower St Lawrence Estuary (warm region) could be at risk from future warming » (Ouellet et al., 2017).

3. Gouvernance et représentation des acteurs des pêches à la crevette nordique dans l'Est du Québec

L'industrie de la crevette nordique au Québec est de la compétence des deux paliers gouvernementaux. Le palier provincial régule l'industrie - à travers le MAPAQ - à partir du moment du débarquement des crevettes nordiques. Il intervient ainsi principalement au niveau de la transformation de la ressource. Le ministère provincial administre néanmoins également des programmes de soutien financier aux pêcheurs pour le financement des chalutiers crevettiers ainsi que pour l'intervention en cas de crise majeur du secteur. Le ministère fédéral Pêches et Océans Canada (MPO) est quant à lui en charge de la préservation de la ressource et conséquemment de la gestion des quotas de pêche. Pêches et Océans Canada est également le ministère compétent en matière de pêches autochtones.

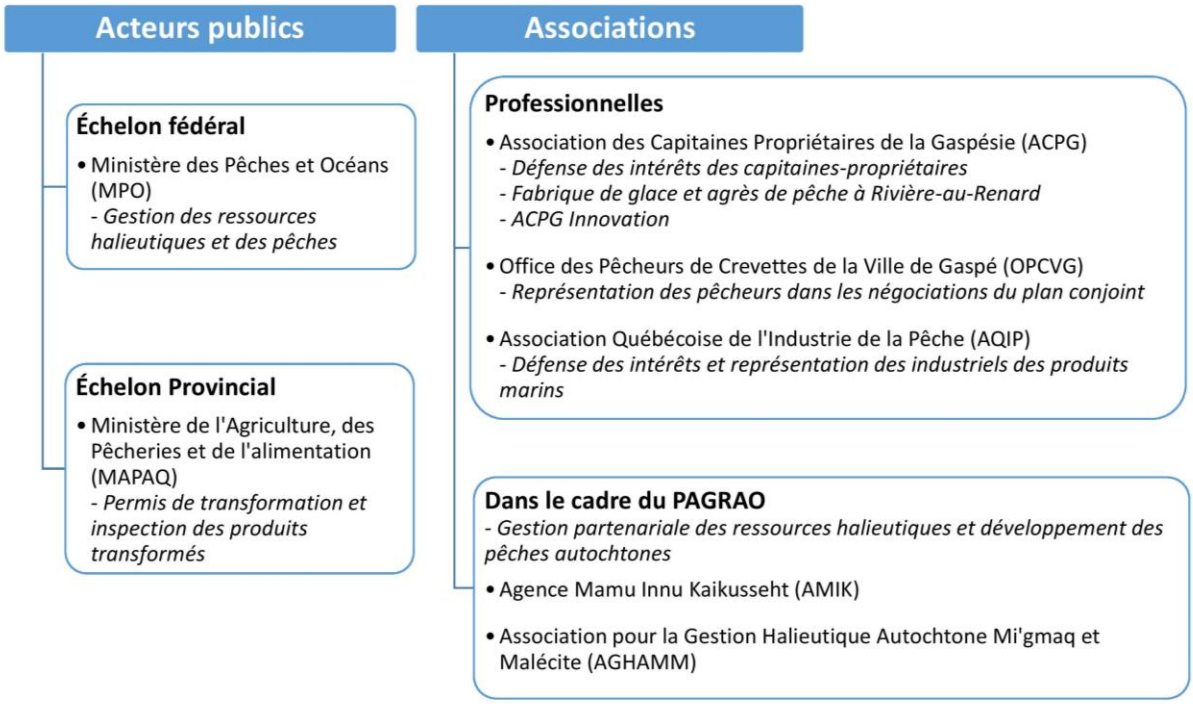
Les transformateurs industriels de crevettes nordiques du Québec font partie de l'Association Québécoise de l'industrie de la Pêche (AQIP) qui a notamment pour mandat de les représenter dans le cadre des négociations liées au plan conjoint autour des prix au débarquement de la crevette nordique au Québec. La moitié des détenteurs de permis de pêche à la crevette nordique du Québec sont membres de l'Office des pêcheurs de crevettes de la Ville de Gaspé (MAPAQ, 2020 : 5). L'OPCVG est mandaté par les pêcheurs pour défendre leurs intérêts dans l'application du plan conjoint qui couvre la mise en marché de la crevette au Québec[3]. L'OPCVG et l'Association québécoise de l'industrie de la pêche (AQIP) négocient donc chaque année, avant le début de la saison de pêche à la crevette, le prix et les modalités d'achat des captures entre pêcheurs et transformateurs. L'OPCVG est surveillé par la Régie des marchés agricoles et alimentaires du Québec, qui est responsable de favoriser la mise en marché efficace et ordonnée des produits de la pêche. En cas de différend entre pêcheurs et producteurs (transformateurs), la Régie est chargée de les résoudre et de favoriser des relations harmonieuses entre tous les intervenants. De manière générale, les pêcheurs de crevettes allochtones de la Gaspésie sont aussi membres de l'Association des capitaines-propriétaires de la Gaspésie (ACPG). Cette association basée à Rivière-au-Renard

[3] Depuis 2021, les trois usines de transformation de la crevette nordique du Québec participent au plan conjoint qui, initialement, ne concernaient que les usines du grand Gaspé.

fournit de nombreux services aux pêcheurs et défend leurs intérêts, notamment auprès des ministères. Elle gère ainsi le parc d'hivernage local, un magasin d'agrès de pêche et une fabrique de glace. L'ACPG possède également une branche innovation qui soutient les liens entre les pêcheurs et les organisations de recherche pour le développement de solutions innovantes.

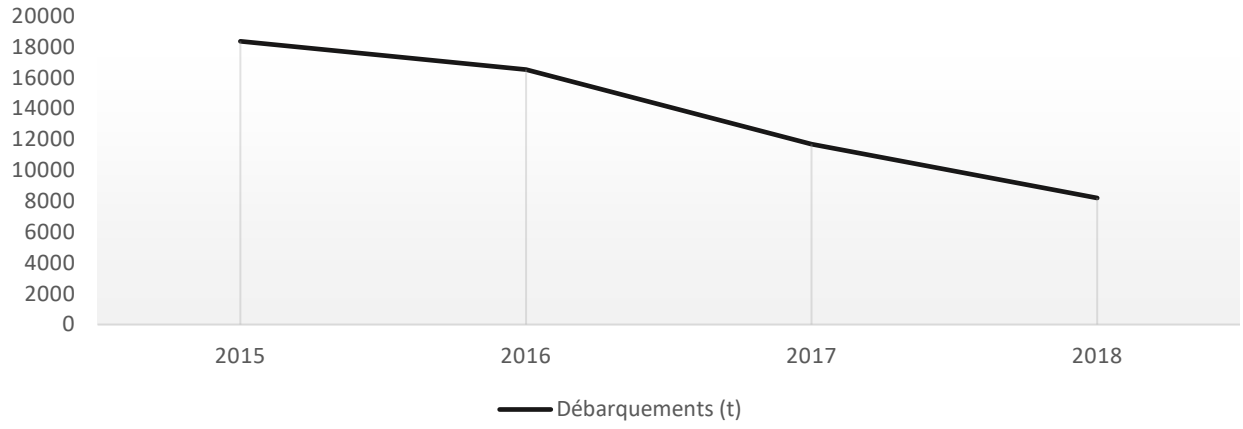
L'Association de Gestion Halieutique Autochtone Mi'gmaq et Malécite (AGHAMM), créée en 2012 et basée à Gesgapegiag, a pour but de « promouvoir la gestion durable et la conservation des écosystèmes aquatiques et océaniques sur les territoires et zones d'activités des Mi'gmaqs de Gesgapegiag, des Mi'gmaqs de Gespeg, ainsi que des Malécites de Viger, tout en favorisant leurs intérêts et leur participation dans les processus de cogestion » (AGHAMM, 2019). L'Agence Mamu Innu Kaikusseth (AMIK), créée en 2006 et basée à Sept-Îles, a pour mission de « supporter les communautés Innues dans la gestion durable des ressources aquatiques et océaniques et le développement d'une économie de la pêche » (AMIK, 2019). Ces deux associations ont été créées dans le cadre du Programme Autochtone de Gestion des Ressources Aquatiques et Océaniques (PAGRAO) lancé en 2004 par le ministère des Pêches et Océans.

Acteurs de la gouvernance et de la représentation dans la filière de la crevette nordique au Québec



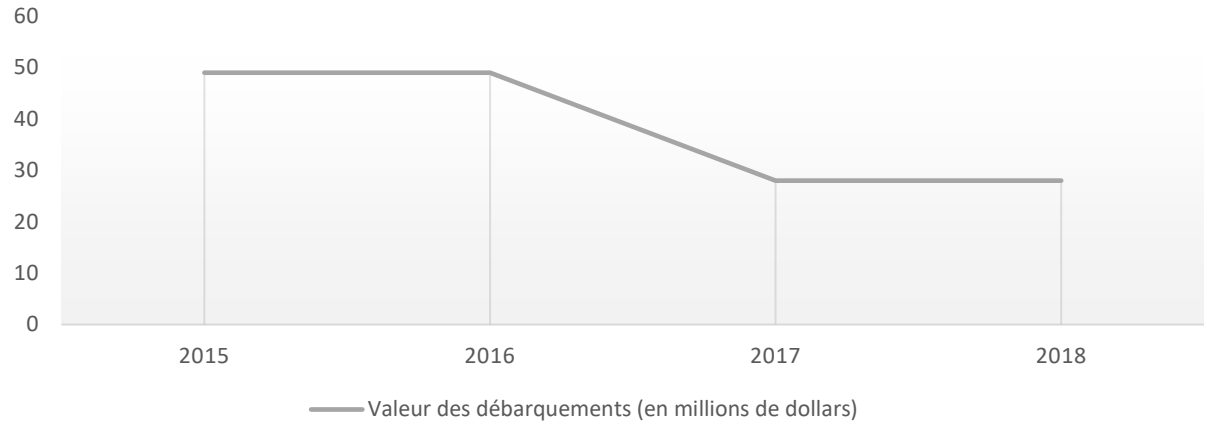
4. Volume et valeur des débarquements

Évolution des débarquements de crevettes nordiques au Québec de 2015 à 2018 (Auteurs, 2021, données: MAPAQ 2020)



99% des débarquements de crevettes nordiques ont été effectués en Gaspésie et au Bas-Saint-Laurent en 2018 (MAPAQ, 2020 : 21). Selon les données fournies par l'Office des pêcheurs de crevettes de la ville de Gaspé (OPCVG), la valeur des débarquements à Rivière-au-Renard aurait été équivalente à une valeur de 65 millions de dollars (2016). 225 emplois y seraient liés à la capture de poissons et crustacés, 400 à leur transformation, plus de 150 aux services directs associés, et 25 à leur transport. Plus de 800 emplois seraient donc directement liés à la pêche dans ce petit village gaspésien. Rivière-au-Renard est ainsi officiellement la « capitale des pêches » du Québec. Depuis 200 ans, ce village d'environ 3000 habitants vit de l'exploitation des ressources halieutiques. On y trouve un écosystème d'entreprises et de services liés à l'exploitation de la crevette nordique tels que des entreprises de réparation et de mécanique navale, un parc d'hivernage, une usine de transformation, un site de production de glace ou encore des ateliers de ramendage. Bien que la zone maritime de Sept-Îles ait longtemps été très riche en crevettes nordiques, seuls quelques rares pêcheurs partent encore de Sept-Îles pour pêcher la crevette et la zone de l'estuaire est celle ayant été le plus durement touchée par les baisses de TAC depuis une décennie. La quasi-totalité des crevettiers se rendant dans cette zone partent actuellement des ports de la Gaspésie. En 2019, seuls quatre chalutiers à crevettes partaient du port de Matane selon les données que nous avons collectées par entrevue. De 2015 à 2018, la valeur des débarquements de crevettes nordiques au Québec a diminué de plus de quarante pourcents. Alors qu'en 2015 ils atteignaient quarante-neuf millions de dollars, ils n'étaient plus que de 28 millions de dollars en 2018.

Évolution de la valeur des débarquements de crevettes nordiques au Québec de 2015 à 2018 (Auteurs, 2021, données: MAPAQ 2020)



De la même façon que les autres espèces de crevettes capturées au Canada, la crevette nordique de l'Est du Québec est principalement destinée à l'export. Entre 2009 et 2018, le Canada a exporté en moyenne 80 911 tonnes par an de crevettes, majoritairement en Chine, au Danemark, en Russie, au Royaume-Uni et en Islande (données Services stratégiques du MPO, 2020). Cependant, dans le même temps, le Canada a importé annuellement en moyenne 54 767 tonnes de crevettes (données Services stratégiques du MPO, 2020). La crevette nordique, de plus petit calibre et plus chère que les crevettes d'aquaculture, peine parfois à séduire un marché intérieur habitué aux produits à bas prix et de gros calibre issus de l'aquaculture. Les crevettes nordiques transformées par les usines du Québec sont ainsi commercialisées à travers le monde par des « brokers » internationaux, principalement en Europe et en Amérique du Nord[4].

5. Portrait de la pêche commerciale à la crevette nordique dans l'Est du Québec

5.1. Portrait général

La pêche à la crevette nordique de l'Est-du-Québec est une pêche semi-hauturière. Elle est réalisée à bord de chalutiers à crevettes durant des voyages de pêches durant généralement de 6 à 8 jours. Pendant ceux-ci, le chalut est continuellement à l'eau, étant vidé puis de nouveau immergé toutes les quatre à huit heures dépendamment de l'abondance de crevettes dans la zone de pêche. Les crevettes capturées sont ensachées et entreposées dans la cale glacée du chalutier. En 2017, le Québec comptait 41 détenteurs de permis de pêche à la crevette nordique dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent dont 5 communautés autochtones (MAPAQ, 2020 : 5).

[4] Il n'existe à notre connaissance pas de statistique concernant spécifiquement l'exportation de crevettes nordiques (et non de crevettes de façon générale) pour le Québec et le Canada aussi cette dernière assertion est-elle basée sur les données que nous avons collectées par entrevues.

Les pêches autochtones et non-autochtones à la crevette nordique dans l'Est-du-Québec diffèrent fortement sur le plan organisationnel. Les pêches autochtones à la crevette nordique au Québec sont caractérisées par une séparation des fonctions. Bien que les formes juridiques puissent varier (propriété directe ou par le biais d'incorporations) et que certaines fonctions de gestion - telles que la supervision de la flotte - ne soient pas présentes dans toutes les communautés, de fortes régularités organisationnelles apparaissent. Les communautés sont propriétaires (directement ou indirectement) des bateaux et des quotas de pêche. Ainsi, les bénéfices de la pêche vont aux budgets des communautés, directement ou par le biais de dividendes. À l'inverse, les investissements dans la pêche sont (directement ou indirectement) assumés par les communautés. Les fonctions administratives et de gestion sont assurées par des membres du personnel dédiés (directeurs ou coordinateurs de la pêche et superviseurs de flottille) qui sont employés - directement ou indirectement - par les communautés. Ils sont responsables de la gestion de la pêche en général pour leurs communautés, toutes espèces confondues. Les capitaines, les pêcheurs et les hommes de pont - qui sont également employés par les communautés - ne sont impliqués que dans la dimension opérationnelle de la pêche (c'est-à-dire la capture) et non dans les activités de gestion ou commerciales, par exemple la négociation des prix de débarquement avec les usines, la décision de louer ou non des quotas, les demandes de subventions, l'achat de nouveaux bateaux ou encore l'embauche de personnel. Ces fonctions de gestion sont réservées aux membres du personnel d'encadrement. Enfin, il est important de souligner que le personnel d'encadrement a un rôle de direction exécutive. Ils agissent en effet dans le cadre des orientations stratégiques et politiques générales émises par les Conseils élus des Nations, soit directement, soit indirectement (via le conseil d'administration des éventuelles incorporations appartenant aux communautés). Cependant, le personnel d'encadrement est consulté lors de la conception de ces orientations stratégiques.

Les pêches non-autochtones sont quant à elles organisées sous la forme de petites et moyennes entreprises. Ces entreprises sont majoritairement possédées par des capitaines-propriétaires qui salarient leurs équipages et les paient au pourcentage des prises débarquées. Plusieurs de ces entreprises sont des entreprises familiales. La conséquence de ce modèle est un fort endettement de la part des capitaines-propriétaires qui assument seuls les coûts et risques liés à leurs activités, mais perçoivent en retour seuls également les profits générés.

Les zones de pêche à la crevette nordique dans le golfe sont le secteur d'Esquiman (zone 8), d'Anticosti (zone 9), de Sept-Îles (zone 10) et de l'Estuaire (zone 12). Cette subdivision du MPO est faite aux fins de la gestion de la pêche à la crevette[5].

5.2. Flottes des Premières Nations

Les Premières Nations Mi'gmaques, Malécites et Innues du Québec impliquées dans la pêche à la crevette nordique possèdent des permis et des bateaux de pêche qui appartiennent aux

[5] Pour une carte des zones de pêches à la crevette nordique de l'Est-du-Québec : https://www.dfo-mpo.gc.ca/fisheries-peches/ifmp-gmp/shrimp-crevette/shrimp-crevette-2018-fra.html.

communautés directement ou par l'intermédiaire de sociétés en commandites. Leurs pêcheurs sont en conséquence salariés des communautés ou d'entreprises communautaires.

Les données démographiques exposées ci-après pour les communautés des Premières Nations Mi'gmaques, Malécites et Innues du Québec proviennent du site internet du Secrétariat aux Affaires Autochtones du Québec et concernent les inscriptions au « Registre des Indiens » au 31 décembre 2015. Les données quant aux nombres de bateaux et aux équipages ont été recueillies en 2019, d'après les informations accessibles publiquement (sites internet des communautés, médias en ligne).

Les trois communautés Mi'gmaques du Québec (Gespeg, Gesgapegiag et Listuguj) pratiquent la pêche commerciale à la crevette nordique. Dans le cadre de notre enquête, nous avons choisi pour des contraintes de temps de ne solliciter que les deux communautés Mi'gmaques membres de l'Association de Gestion Halieutique Mi'gmaq et Malécite (partenaire du projet de recherche), soit les communautés de Gespeg et Gesgapegiag.

Première Nation mi'gmaque de Gespeg

Nombre de membres de la communauté	750 membres inscrits (pas de réserve)
Nombre de bateaux crevettiers	1 (Calypso Gespeg 1)
Nombre de pêcheurs de crevettes	4

Première Nation mi'gmaque de Gesgapegiag

Nombre de membres de la communauté	1487 membres inscrits (dont 696 résidents)
Nombre de bateaux crevettiers	3 mixtes, également crabiers (Enmali, Migmawei Domega, Migmawei Amstel)
Nombre de pêcheurs de crevettes	15 à 19

La communauté Wolastoqiyik Wahsipekuk exploite également commercialement la crevette nordique. Notons que cette Première Nation n'a été reconnue comme existant de façon à part entière par le Canada qu'en 1989.

Première Nation Wolastoqiyik Wahsipekuk

Nombre de membres de la communauté	1171 membres inscrits (pas de résidents dans les réserves de Cacouna et Whitworth)
Nombre de bateaux crevettiers	1 (Samakwan)
Nombre de pêcheurs de crevettes	4

Les deux communautés de Uashat et Mani-Utenam, réunies au sein du Conseil Innu Takuaikan Uashat mak Mani-Utenam (ITUM) sont situées à proximité de Sept-Iles. ITUM possède des permis de pêche et des bateaux par le biais de la société en commandites Pêcheries UAPAN S.E.C.

Pêcheries UAPAN S.E.C.

Nombre de membres de la communauté	4532 membres inscrits (dont 3506 résidents)
Nombre de bateaux crevettiers	1 (Viking II)
Nombre de pêcheurs de crevettes	5

6. Portrait de la transformation des crevettes nordiques dans l'Est du Québec

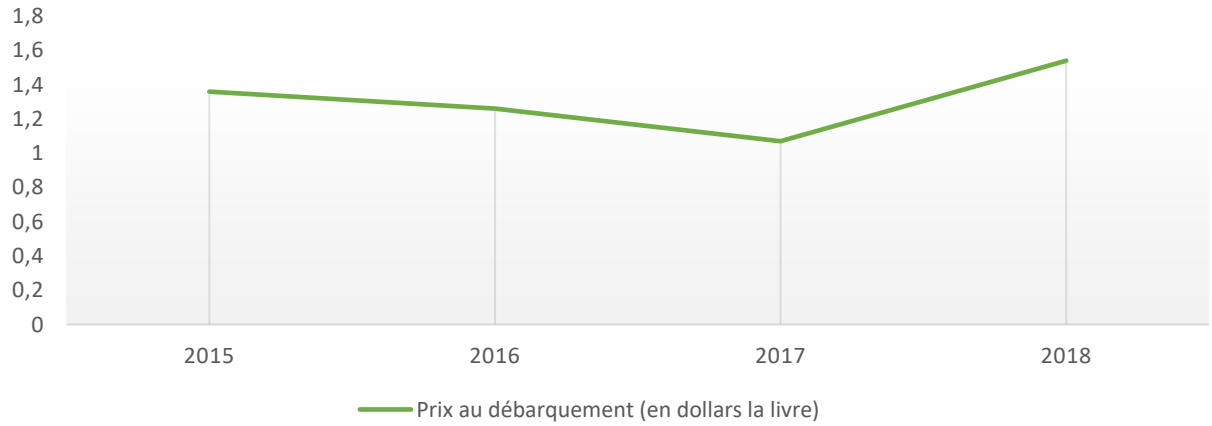
6.1. Règlementation de la transformation commerciale des crevettes nordiques au Québec

Quatre types d'acteurs sont autorisés à acheter les crevettes nordiques aux pêcheurs au Québec :

> « - Les entreprises qui possèdent un permis d'usine de transformation de produits marins permettant la vente en gros de produits marins en vertu de la Loi sur les produits alimentaires et qui ont l'autorisation de transformer la crevette nordique (entreprises autorisées);
>
> - Les entreprises titulaires d'un permis d'acquéreur en vertu de la Loi sur la transformation des produits marins. Les acquéreurs sont autorisés à s'approvisionner en crevette directement chez les pêcheurs et ils ont le droit d'en faire le transport conformément aux prescriptions de la loi et de ses règlements (acquéreurs);
>
> - Les entreprises titulaires d'un permis de vente au détail telles que les poissonneries et les restaurants (détaillants);
>
> - Les particuliers qui effectuent des achats aux quais de débarquement à des fins de consommation personnelle » (MAPAQ, 2015 :11).

Le prix moyen au débarquement des crevettes nordiques au Québec est passé de 1,22$/lb en 2015 à 1,54$/lb en 2018.

Évolution du prix au débarquement des crevettes nordiques au Québec de 2015 à 2018 (Auteurs, 2021, données: MAPAQ 2020)



La transformation est l'étape qui recouvre l'ensemble des opérations de préparation effectuées sur la ressource entre sa capture et sa vente. Au Québec, cette activité fait pour les produits marins l'objet de permis distincts des permis de pêche et doit généralement être effectuée au sein de lieux dédiés (usines ou ateliers). Toutefois des dispositions particulières s'appliquent dans le cas des crustacés entiers, permettant en droit l'émergence d'acteurs hybrides pour la transformation de la crevette nordique :

> « 9.1.2. Exclusivité des opérations : La préparation de produits marins par le titulaire d'un permis de l'une des catégories de permis prescrites par l'article 1.3.5.A.1 doit se faire exclusivement à l'intérieur des usines de préparation, atelier de conditionnement, atelier de saurissage ou atelier d'esturgeons visés aux articles 9.2.2.1, 9.2.2.2, 9.2.2.A.1, 9.2.2.B.1 ou 9.2.2.C.1.
>
> Malgré le premier alinéa, la saignée, l'éviscération, le lavage, la congélation ou la cuisson de crustacés entiers peut se faire à bord d'un bateau de pêche. Sauf pour la congélation ou la cuisson de crustacés entiers, chacune de ces opérations peut également se faire au lieu de débarquement.
>
> La fabrication de conserves de produits marins par le titulaire du permis de conserverie de produits marins prévu à l'article 1.3.5.A.6 doit se faire exclusivement à l'intérieur d'une conserverie de produits marins visée à l'article 9.2.3.1, sauf dans le cas où cette fabrication est exécutée à bord d'un bateau de pêche » (Loi sur les produits alimentaires, RLRQ, c. P-29, r.1, art. 40).

6.2. Acteurs et processus de transformation commerciale de la crevette nordique au Québec

La transformation est un processus qui de façon générale comprend des phases de nettoyage, de tri et de conditionnement. La crevette peut être mise en marché entière ou décortiquée, crue ou cuite, congelée ou fraiche. C'est pourquoi la transformation peut également inclure des phases de décorticage, de cuisson et de congélation. De plus, suivant le type de sites (bateau-usine, ateliers ou usines), certaines étapes de la transformation peuvent être mécanisées ou non, tout particulièrement en ce qui concerne le triage et le décorticage.

Voici par exemple les étapes du processus de production industrielle et mécanisée de crevettes cuites décortiquées et congelées telles que décrites dans une vidéo promotionnelle de l'usine Marinard de Rivière-au-Renard :

1 – Réception et maturation du produit (bains de saumure)

2 – Nettoyage (afin de retirer les roches et le sable)

3 – Pesée et cuisson des crevettes

4 – Refroidissement après cuisson

5 – Décorticage

6 – Lavage après décorticage

7 – Triage avec double retraitement (décorticage et triage) des crevettes non-conformes

8 – Inspection et triage manuel (afin de retirer notamment les impuretés non décelées par la trieuse automatique)

9 – Bain de saumure

10 – Congélation et glaçage

11 – Classement et mise en sac

12 – Mise en boîte et entreposage

Cinq entreprises détiennent l'autorisation de transformer des crevettes en s'approvisionnant directement auprès des pêcheurs du Québec (MAPAQ, 2020 : 13) parmi lesquelles trois sont des entreprises industrielles, une n'est actuellement pas en activité et une est une entreprise artisanale. Une de ces entreprises est située au Bas-Saint-Laurent, une en Côte-Nord et trois en Gaspésie. Les usines de transformation recourent de façon croissant à l'importation de crevettes congelées pour accroître les volumes qu'elles exploitent. Elles investissent dans des installations dédiées à ce nouveau produit (stockage, décongélation). Ces crevettes d'importation leur permettent d'assurer leur rentabilité quoique les coûts d'exploitation de celles-ci soient plus élevés (transport, stockage). Ces crevettes sont généralement capturées et congelées à bord de bateaux usines. Elles proviennent d'Alaska ou du nord du Groënland. Elles sont acheminées par la route, par le train et en bateau. Les crevettes double-congelées représentent 25 à 50% de la production des usines dont nous avons interrogé les dirigeants.Cinq autres entreprises (quatre sur la Côte-Nord et une en Gaspésie) peuvent transformer la crevette avec des restrictions quant à leurs sources d'approvisionnement (Ibid.). Il s'agit notamment de poissonneries. Enfin, un bateau-usine de dimension réduite opère à partir du port de Rivière-au-Renard.

7. Conclusion

La crevette nordique du Québec est l'une des trois espèces les plus exploitées au Québec, et elle a une importance capitale pour nos pêches, tant en valeur qu'en volume débarqué. Elle est cependant une ressource sous pression et notre recherche a permis de collecter des informations plus détaillées sur la nature, les causes et les effets des changements globaux en lien avec cette ressource et les communautés qui l'exploitent. Des pistes d'adaptation innovantes et variées ont notamment été suggérées par les acteurs de cette industrie qui pourraient permettre de concilier les objectifs de développement socioéconomiques et de préservation de l'environnement des communautés côtières.

Références

AGHAMM. (s. d.). *Qui sommes-nous ? | AGHAMM - L'Association de gestion halieutique Mi'gmaq et Malécite*. AGHAMM. Consulté le 2 mai 2021, à l'adresse https://aghamm.ca/qui-sommes-nous/

Bourdages H. et M.C. Marquis (2019). *Évaluation des stocks de crevette nordique de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent en 2017 : données de la pêche commerciale*. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Document de recherche. 2018/056. iv + 100 p.

Charest, P., Girard, C., et Rodon, T. (2012). *Les pêches des premières nations dans l'est du Québec. Innus, Malécites et Micmacs*. Presses de l'Université Laval.

Claret, M., Galbraith, E. D., Palter, J. B., Bianchi, D., Fennel, K., Gilbert, D., et Dunne, J. P. (2018). Rapid coastal deoxygenation due to ocean circulation shift in the northwest Atlantic. *Nature Climate Change*, *8*(10), 868-872. https://doi.org/10.1038/s41558-018-0263-1

Direction Générale Des Pêches du Ministère de l'industrie et du Commerce du Québec - DGPMICQ (1971). *Biologie, pêche et transformation de la crevette Pandalus Boréalis du Golfe du Saint-Laurent*.

Fernandes, J.A., Papathanasopoulou, E., Hattam, C., Queirós, A.M., Cheung, W.W.W.L., Yool, A., Artioli, Y., Pope, E.C., Flynn, K.J., Merino, G., Calosi, P., Beaumont, N., Austen, M.C., Widdicombe, S. and Barange, M. (2017), Estimating the ecological, economic and social impacts of ocean acidification and warming on UK fisheries. *Fish and fisheries*, 18, 389-411. https://doi.org/10.1111/faf.12183.

Giroux, G., et Québec (Province) Ministère de l'Industrie et du Commerce. Direction générale des pêches maritimes. (1977). *Historique des pêches*.

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (2015). *Monographie de l'industrie de la crevette nordique au Québec*, 37 p.

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (2020). *Portrait-diagnostic sectoriel de l'industrie de la crevette nordique au Québec*, 27 p.

Pêches et Océans Canada - MPO (2007). *Cadre intégré des politiques autochtones*, 25 p.

Ouellet, P., Chabot, D., Calosi, P., Orr, D., et Galbraith, P. S. (2017). Regional variations in early life stages response to a temperature gradient in the northern shrimp Pandalus borealis and vulnerability of the populations to ocean warming. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, *497*, 50-60. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.09.007

Queirós, A. M., J. A. Fernandes, S. Faulwetter, J. Nunes, S. P. Rastrick, N. Mieszkowska, Y. Artioli, A. Yool, P. Calosi et C. Arvanitidis (2015). Scaling up experimental ocean acidification and warming research: from individuals to the ecosystem. *Global Change Biology*, 21, 130-143.

Savard, L. H. Bouchard et P. Couillard (2003). *Revue de la pêche à la crevette nordique (Pandalus Borealis) dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent pour la période de 1965-2000*. Rapp. tech. can sci. halieu. aquat. 2465 : viii + 143 p.

Stortini, C. H., Chabot, D., et Shackell, N. L. (2017). Marine species in ambient low-oxygen regions subject to double jeopardy impacts of climate change. *Global Change Biology*, *23*(6), 2284-2296. https://doi.org/10.1111/gcb.13534

Annexe 6

Recension documentaire : pistes d'adaptation aux enjeux des changements climatiques et globaux dans le secteur des pêches.

Marco Alberio et Amélie Dumarcher,

avec la collaboration de Marc-André Bonneau et Tristan Grech

Objectifs de cette revue documentaire 2
Démarche méthodologique 2
Synthèse 3
1. Vers une gestion plus flexible des espèces et des zones de pêche ? 4
3. Poursuivre les recherches sur de multiples fronts 8
4. Pour une intégration et une mise en œuvre des grands principes 9
5. Vers une meilleure mitigation des CC et des stress non-climatiques 12
6. Enjeux socio-économiques pour les entreprises et les communautés 13
Conclusion 14

Objectifs de cette revue documentaire

L'objectif de cette recension documentaire est **d'identifier des pistes d'adaptation du secteur des pêches aux enjeux des changements climatiques (CC) et globaux**. Ces pistes peuvent être des pratiques professionnelles et institutionnelles (établies ou émergentes), ou des recommandations issues de rapports ou d'articles scientifiques.

Ces pistes et recommandations peuvent être à l'initiative des professionnels ou des gestionnaires (ou issues d'une dynamique impliquant les deux). Elles peuvent également concerner différents volets du secteur des pêches. Nous avons ici distingué quatre volets différents : (1) l'activité de capture, (2) la régulation et la gestion, (3) les marchés et la commercialisation, et (4) les activités de recherche. Signalons que, de façon générale, la recension a révélé que les aspects portant sur la régulation sont les plus abordés et documentés (à la fois sur la régulation existante et sur des pistes d'évolution de la régulation).

Ainsi, cette revue documentaire est largement exploratoire, et par conséquent son objectif n'est pas d'être exhaustive : elle vise simplement un premier examen de la littérature grise et académique pour identifier les pratiques et recommandations d'adaptation des pêches aux changements climatiques[1].

Démarche méthodologique

La recherche documentaire s'est faite via le moteur de recherche Google. Ce choix a été dicté par l'objectif initial de la revue documentaire : celui de repérer des actions et pratiques concrètes. Un moteur de recherche générique nous semblait plus pertinent qu'une base de données strictement académique pour repérer ces informations, sans toutefois exclure les références académiques. Les résultats de recherche ont confirmé ce choix.

Onze chaines de caractères ont été recherchées[2], à la fois en français et en anglais, autour des termes suivants : crevette, pêche, changements climatiques, adaptation, solution, pêcheries, nordique, *pandalus borealis*.

[1] Il serait pertinent de faire un suivi de plusieurs des initiatives identifiées ici, dont la mise en place ou la suggestion date d'il y a quelques années, afin d'obtenir des informations supplémentaires.

[2] Il s'agit des suivantes : « shrimp fisheries climate change »; « peche crevette changements climatiques »; « solution peche crevette changements climatiques »; « adaptation pêche changements climatiques »; adaptation fisheries shrimp climate change »; « adaptation climate change Nordic fisheries »; « northern shrimp fisheries innovation »; « northern shrimp fisheries technologies »; « Pandalus borealis fisheries adaptation climate change »; « Northern Shrimp fisheries adaptation climate »; « Atlantic Northern Shrimp fisheries adaptation climate change »

Ces recherches ont donné un total de 700 résultats de recherche[3], qui ont été passés en revue manuellement pour en déterminer la pertinence. Parmi ces 700 résultats, 60 références ont été retenues, pour être ensuite réduites à 48 références pertinentes après une lecture plus approfondie.

Pour déterminer la pertinence des références, plusieurs critères ont été retenus.

D'une part, conformément à nos objectifs, les références retenues sont celles qui mentionnaient des pistes d'adaptation du secteur des pêches[4] aux enjeux des changements climatiques (pratiques professionnelles et institutionnelles établies ou émergentes, et suggestions variées).

D'autre part, les pêcheries de crevette nordique[5] (qui sont au cœur de notre recherche) ont été ciblées en priorité, mais considérant les résultats et leur pertinence, la recherche s'est aussi étendue à l'ensemble du secteur des pêches : certaines pistes ou suggestions nous semblaient avoir une portée et une pertinence pour plusieurs espèces et sous-secteurs, y compris la crevette nordique. C'est le cas notamment de nombreux rapports à l'initiative d'organismes internationaux.

Enfin, nous avons valorisé la pêche nordique (Atlantique Nord et Pacifique Nord-Est) et les exemples de zones géographiques dont le climat et le contexte politico-économique est proche du Canada : par exemple, nous avons surtout retenu des exemples des États-Unis et d'Australie (proches du Canada en termes contexte politico-économique d'exploitation des ressources naturelles), mais nous avons exclu les pêcheries et l'aquaculture artisanales (et de subsistance) de l'Asie du Sud-Est et d'autres pays dits « en développement ».

Comme en témoigne la bibliographie, les 48 références obtenues sont de types variés : elles comprennent des articles de journaux et de blogs, des articles de revues académiques, des thèses et mémoires, des rapports de recherche et présentations, des rapports publics nationaux et d'organismes internationaux, et même un compte rendu de comité sénatorial.

Synthèse

La synthèse qui suit s'articule selon les quatre volets que nous avons distingués : activité de capture, régulation et gestion, marchés et commercialisation, et activités de recherche. Il va de soi que ces catégories sont imparfaites, et qu'elles ne sont pas étanches, car la plupart des

[3] Il faut noter que parmi ces 700 résultats (obtenus avec les différentes chaines recherchées), certaines références apparaissaient plusieurs fois, comme résultats de recherche dans différentes chaines. Il ne s'agit donc pas de 700 références différentes, mais de 700 « mentions » de références.

[4] Seules les pêcheries commerciales ont été retenues, qu'elles soient à petite échelle familiale ou à grande échelle. La pêche uniquement de subsistance et artisanale a été écartée.

[5] Dans la suite du document, lorsque nous parlons de « crevette », il s'agit de la crevette nordique, sauf mention contraire. Quelques rares mentions d'autres espèces de crevettes seront faites, comme la crevette *western king* en Australie (*Penaeus (Melicertus) latisulcatus*), la crevette *brown tiger* (*Penaeus esculentus*) en Australie (XXXX), ou la crevette rose en Oregon (*Pandalus jordani*).

pratiques et suggestions identifiées touchent à plusieurs de ces volets (par exemple, le déplacement de la flotte de pêche dans une nouvelle zone pour suivre l'évolution des stocks, à l'initiative des professionnels de la capture, ne peut se faire que si la réglementation le permet). Nous avons classé ces pratiques et suggestions dans six sections thématiques différentes.

1. Vers une gestion plus flexible des espèces et des zones de pêche ?

De façon générale, la gestion actuelle est décrite comme reposant largement sur une **gestion plutôt saisonnière et annuelle, reposant sur une variation des stocks pouvant être prélevés par espèce** (via les permis et quotas), et sur des restrictions variables selon les zones et territoires.

Dans le cas de l'effondrement de certains stocks, ces mesures peuvent aller jusqu'à la fermeture de zones de pêche (par exemple, avec la création d'aires protégées) et la fermeture de l'exploitation de certaines espèces, sous forme de moratoire sur une espèce (ou de quasi-moratoire, avec une réduction drastique des quotas, parfois accompagnée d'un « buffer » de conservation pour une espèce). Le moratoire fut par exemple utilisé au Québec et au Canada Atlantique pour la morue dans les années 90 (Comité permanent des pêches et des océans, 2005; Savard et al., 2003), et plus récemment pour la crevette dans le Maine (Bever, 2018).

Traditionnellement, la gestion de l'adaptation aux fluctuations de stocks (y compris des fluctuations plus récentes liées aux CC), passe ainsi largement par l'application de restrictions par espèce à court ou moyen terme, encourageant - voire imposant - une spécialisation et une exploitation mono-espèce.

La portée de cette gestion est néanmoins critiquée pour des raisons variées, comme nous le verrons au fil de cette synthèse. Cependant, l'une des limites principales de ce modèle de gestion est qu'il n'est **pas suffisamment flexible pour soutenir (ou simplement pour autoriser) les adaptations de l'industrie aux changements rapides actuels**. Quand nous parlons d'adaptation, nous faisons référence aux processus ou aux actions mises en œuvre par des individus ou des groupes en réaction à une situation nouvelle afin d'en éviter ou d'en limiter les impacts négatifs, ou encore d'en tirer parti : « Adaptation in the context of human dimensions of global change usually refers to a process, action or outcome in a system (household, community, group, sector, region, country) in order for the system to better cope with, manage or adjust to some changing condition, stress, hazard, risk or opportunity » (Smit et Wandel, 2006).

La flexibilité est reconnue comme un (voire le) facteur d'adaptation essentiel face aux CC. Or, la réglementation influence beaucoup la capacité des pêcheurs de s'adapter, de s'ajuster et de saisir les nouvelles opportunités (cf. supra) (Gillett, 2008; Ressources Naturelles Canada, s.d.; Warren et Lemmen, 2004; Chavez et al. 2017; Dulvy et al., 2011; Johnson, 2016; Poulain et al., 2018; Anniina, 2018; Catto, 2010; voir plus spécifiquement pour le Groenland et les pêches arctiques : Ford et Goldhar, 2012; Eide et al., 2014). Certains auteurs vont jusqu'à dire que la stratégie d'adaptation la plus puissante et la plus ancienne de la flotte de pêche, c'est-à-dire sa

flexibilité pour aller rapidement vers des espèces et zones de pêches différentes, est perdue ou considérablement réduite par la gestion « moderne » des pêches (Eide et al., 2014).

Plusieurs s'accordent à dire qu'il faut des mécanismes de permis et licences plus flexibles sur plusieurs fronts. Tout d'abord, il est suggéré plus de flexibilité sur les dates, pour permettre de s'adapter aux évolutions des rythmes saisonniers des espèces, comme les dates de reproduction ou de passage (Centre d'action écologique, s.d.; Catto, 2010; The Fish Site, 2011). Ensuite, il est recommandé plus de flexibilité concernant les zones de pêche et la mobilité des flottes, pour permettre de suivre la mobilité changeante des stocks. En effet, dans ce qui semble un effort d'adaptation spontané, les pêcheurs vont plus loin pour suivre les déplacements des stocks, mais cet effort est souvent entravé par le cadre réglementaire (Ang, 2018; Dulvy et al., 2011; Johnson, 2016; Poulain et al., 2018; Ford et Goldhar, 2012; Pinnegar et al., 2016). Ce point soulève aussi des enjeux de coordination entre juridictions de pays voisins lorsque les espèces se déplacent hors des eaux nationales, et des enjeux financiers, car ces déplacements plus lointains (et plus long en durée) impliquent parfois des investissements matériels pour améliorer les équipements (pour le Groenland, Ford et Goldhar, 2012; pour l'Alaska : Ang, 2018). Enfin, de façon quasi-unanime, il est suggéré plus de flexibilité dans la gestion des espèces, principalement en autorisant la pêche et l'exploitation et une gestion multi-espèces, pour limiter la vulnérabilité importante lié à l'exploitation mono-espèce (Lindegren et Brander, 2018; dans le Maine : Kaufman, 2019). Plusieurs exemples de pêcheries multi-espèces viennent appuyer la pertinence de cette suggestion en montrant que cette flexibilité est un facteur d'adaptation essentiel : par exemple à Monterey Bay's et pour les petites pêcheries d'Alaska (Ang, 2018); pour les pêches nordiques (mais qui sont en érosion, Lindegren et Brander, 2018), et au Mexique, au Danemark, en Galice et en Islande (Dulvy et al., 2011), ou au Groenland (Anniina, 2018), et qu'elle est même une nécessité historique par endroits dans les régions nordiques (Eide et al., 2014).

Si un virage vers une pêche multi-espèces semble faire l'unanimité, **la forme qu'il doit prendre** n'est cependant pas claire. Pour certains (Dulvy et al., 2011), la spécialisation souvent promue par la gestion actuelle se traduit par une exploitation intensive mono-espèce reposant sur de gros investissements, et cette configuration tend à réduire la capacité d'adaptation. Pour ceux-là, une petite pêche moins intensive en capital serait plus flexible et adaptable face aux CC. Toutefois, d'autres auteurs, comme Garrett et Buckley (Garett et Buckley, 2015, pour le cas du Royaume-Uni) suggèrent d'aller vers des navires plus grands et plus sophistiqués, avec des capacités de pêche multiples, qui leur permettrait d'aller plus loin, plus longtemps, et d'exploiter une plus grande variété d'espèces. Mais il semble difficile à ce stade de trancher définitivement en faveur de l'une des deux configurations, les deux semblent avoir des avantages et des inconvénients (voir l'exemple de l'Alsaka : Ang, 2018).

2. Vers de nouvelles espèces et de nouveaux marchés ?

Comme nous venons de le voir, la **transition vers une pêche multi-espèces** est une suggestion largement appuyée dans les références examinées, et elle est présentée comme l'une des stratégies d'adaptation les plus porteuses. Elle demande toutefois une évolution, voire une restructuration de la réglementation. Au-delà des évolutions règlementaires, il faut aussi envisager les contraintes de cette éventuelle transition « sur le terrain » et en termes d'organisation : le fait que le même type d'engins de pêche puisse être utilisé et que les rythmes annuels des différentes espèces soient complémentaires seraient des atouts indéniables (Ang, 2018; Pinnegar et al., 2016).

Sans aller jusqu'à cet idéal d'une restructuration vers la pêche multi-espèces, l'adaptation peut aussi être envisagée sous **forme de virage vers une autre ou d'autres espèces**. Ces espèces peuvent être des espèces avec une sensibilité moindre aux CC, ou de nouvelles espèces arrivant dans la zone sous l'effet des CC. Il est mentionné différents cas de figure.

- Une autre espèce commerciale déjà exploitée (ailleurs, ou dans la zone mais à petite échelle), comme on l'a vu avec le virage vers le homard dans le Maine suite au moratoire sur la crevette, où plusieurs se sont endettés pour changer leurs bateaux et matériel (Kaufman, 2019), ou plus tôt au Canada et au Groenland suite à l'effondrement de la morue (Anniina, 2018);
- Des espèces commerciales nouvelles (comme le *Calanus finmarchicus*, en Europe du Nord : ClimeFish, 2019), ou peu ou plus exploitées (on peut penser aux questions actuelles sur le sébaste dans le Golfe du Saint-Laurent). Au Groenland, le maquereau semble par exemple avoir progressé au point de pouvoir être une espèce nouvelle (Anniina, 2018);
- Le développement de l'aquaculture et de la mariculture, qui sont largement présentées comme des solutions face aux difficultés du secteur de la capture sauvage (Kaufman, 2019; Monnereau et Oxenford, 2017; Roubach, 2018; Sharp, 2004; République du Sénégal, 2016; Ressources naturelles Canada, s.d.; Warren et Lemmen, 2014; Soussana, 2013; Warren et al., 2004; Johnson, 2016; Garrett et Buckley, 2015; Catto, 2010).

De façon générale, il est question d'identifier les opportunités émergentes et de s'y préparer, pour détourner l'effort de pêche depuis les espèces en difficultés vers de nouvelles espèces (qu'elles soient déjà commercialement exploitées ou non). Mais cette démarche d'adaptation demande la mise en place d'une stratégie qui touche à différents secteurs : (1) des recherches sur ces espèces, (2) une stratégie de développement des marchés (cf. supra), (3) un encadrement et une réglementation adéquats, (4) des investissements pour développer des infrastructures de transformation et supporter la transition du secteur de la capture au besoin.

Au-delà du potentiel de différentes espèces, que nous venons de mentionner, une autre piste d'adaptation fréquemment mentionnée est le **développement de nouveaux marchés et de marchés à plus haute valeur ajoutée**. Ces nouveaux marchés peuvent être variés, tant par leur destination cible que leur type de produit :

- Le développement de nouveaux marchés internationaux, notamment en pensant aux marchés existants dont les espèces vont se déplacer, par exemple, en Europe du Nord, avec les espèces consommées dans le sud de l'Europe qui sont susceptibles de se déplacer vers les eaux du Nord de l'Europe (Pinnegar et al., 2016);
- Le développement du marché domestique, avec le développement de marchés à plus haute valeur ajoutée, et avec un effort de mise en valeur les produits locaux qui mobiliserait à la fois les détaillants et les médias (Kaufman, 2019; Centre d'action écologique, s.d.; Soussana, 2013; Johnson, 2016; Garrett et Buckley, 2015; Pinnegar et al., 2016; Poulain et al., 2018). Les références examinées laissent croire que les initiatives documentées sont rares, mais le cas de l'Écosse, avec l'initiative Seafood Scotland, est tout de même mentionné (Garrett et Buckley, 2015). Le développement d'un marché local serait aussi un avantage en termes de limitation des coûts de transports (Centre d'action écologique, s.d.);
- Le développement de produits à plus haute valeur ajoutée, notamment avec une amélioration des pratiques post-récolte et du stockage (Poulain et al., 2018) et une amélioration de la mise en marché (Garrett et Buckley, 2015), et l'écocertification (Comité permanent des pêches et des océans, 2017; Poulain et al., 2018);
- Le développement de co-produits ou encore issus de la valorisation de résidus, comme c'est le cas avec la valorisation des résidus de crevette au Québec, à l'initiative de deux entreprises de Gaspé avec l'appui du MAPAQ (Bouchard et Parent, 2013).

Mise en marché : l'exemple de l'initiative Seafood Scotland

L'initiative Seafood Scotland, créée par et pour l'industrie en 1999, a pour objectif de soutenir le développement durable de l'industrie des produits de la mer en Ecosse. Cet organisme national offre des services-conseils à l'ensemble des acteurs de l'industrie pour soutenir le développement des entreprises. Avec son programme "Scotland Local" elle offre des conseils en marketing pour le marché local, le programme s'inscrit dans le cadre de la stratégie "Home Advantage" qui vise le développement du marché britannique pour l'industrie agroalimentaire écossaise. Le programme "Export Development" est quant à lui conçu pour aider les entreprises écossaises de produits de la mer à développer leurs ventes à l'exportation. Le principal instrument de ce développement du marché écossais est l'appellation "Seafood From Scotland", une marque nationale représentant l'industrie des produits de la mer écossais de la capture sauvage à l'aquaculture : "With recognisable logos, imagery, design and language the "Seafood from Scotland" brand allows the seafood industry to come together under one bigger voice, building Scotland's reputation as a producer of world-class seafood and allowing it to compete against other national brands globally" (Seafood Scotland, s.d.). L'organisme explique également la signification des différents systèmes d'accréditation (tels que MSC Standard, Friend of the Sea) qui garantissent la durabilité des pratiques de pêche aux consommateurs. On retrouve par exemple sur leur site un schéma organisant les différents labels et accréditations en fonctions du domaine (capture sauvage ou aquaculture), du type de producteur (primaire ou secondaire), et des objectifs visés par l'accréditation.

Plus d'informations sont disponibles sur la page suivante : https://www.seafoodscotland.org/

3. Poursuivre les recherches sur de multiples fronts

La plupart des références examinées s'accordent sur la nécessité de **poursuivre les recherches (à la fois scientifiques et appliquées) sur plusieurs fronts**, et d'avoir des ressources pour la recherche et la mise en œuvre des plans de gestion qui en découlent. Les suggestions convergent : il faut aller vers une base de connaissances plus solide et plus stratégique sur la pêche, pour des stratégies à plus long terme, plus anticipatrices et moins réactives (de type « fire-fighting ») (Garrett et Buckley, 2015). Parmi les programmes existants, on peut citer le développement d'indicateurs sociaux par la National Oceanic and Atmospheric Administration (Colburn et al., 2016), qui évalue la vulnérabilité et la résilience des communautés à partir d'indicateurs tels que la pauvreté et la dépendance aux pêches (Colburn et al. 2016). Ceux-ci ont notamment montré que les communautés plus socialement vulnérables (p. ex., en mesurant la pauvreté, le chômage, la scolarisation, l'accès au logement) sont également les plus dépendantes des pêches : "When considering only highly engaged and/or reliant commercial fishing communities, the percent of communities that scored in the high range for the social vulnerability indices were between 8% and 28% higher than the other coastal communities" (Colburn et al. 2016). Ainsi, la situation économique des communautés influence leur capacité d'adaptation au changement climatique (Colburn et al. 2016). Un autre exemple est le programme de renforcement des capacités et connaissances EcoAdapt aux États-Unis (cité par Poulain et al., 2018).

Communauté de pratique : l'exemple de EcoAdapt

EcoAdapt est une organisation sans but lucratif qui a pour objectif de développer le domaine de l'adaptation aux changements climatiques, renforcer les capacités des professionnels qui s'engagent dans l'adaptation et soutenir des stratégies d'action par la mise en place de partenariats. Pour y parvenir, l'organisation souhaite créer une équipe de spécialistes, agir en tant que conseillers et facilitateurs, mettre en place des formations et créer un réseau de projets qui peut soutenir la science et l'adaptation. Concernant ce dernier point, l'organisme a développé une base de données interactive en ligne, la Climate Adaptation Knowledge Exchange (CAKE).

Du côté de la recherche sur les espèces, le manque de données est identifié comme obstacle (OCEANA, 2017) : il est suggéré de continuer à travailler sur des indicateurs et des mesures pour la gestion des stocks et des quotas (Soussana, 2013; Senate of Canada, 2016), sur les espèces prédatrices (Comité permanent des pêches et des océans, 2019), ainsi que sur les espèces nouvelles. Il faut également approfondir la recherche sur les écosystèmes, et aller vers plus de plans de gestion intégrée et de rétablissement (OCEANA, 2017; Groupe d'experts de la Société royale du Canada).

Il est reconnu qu'il faut approfondir l'effort de recherche sur les enjeux socio-économiques pour éclairer les décisions. Les sciences sociales doivent être mobilisées (y compris par Pêches et Océans Canada (Comité permanent des pêches et des océans, 2019) pour examiner l'adaptabilité

des métiers, des flottes et marchés, ainsi que les régulations (Soussana, 2013). Des auteurs ont également mis de l'avant que les CC peuvent réduire les prises et ainsi entraîner un déclin des opportunités d'emplois et réduire le tourisme dans les communautés côtières (Monnereau et Oxenford, 2017). Plusieurs de ces variables étant interreliées, il est difficile d'établir des liens de causes à effets clairs (Monnereau et Oxenford, 2017). L'utilisation de ces indicateurs permet une meilleure compréhension du contexte et de l'interdépendance des paramètres, ce qui peut améliorer la prise de décisions (Colburn et al. 2016). Au Canada, l'effort de recherche doit notamment cibler la diversification économique et une répartition plus équitable des quotas (Senate of Canada, 2016).

Un autre enjeu de la recherche est celui d'une **collaboration science-industrie plus étroite**. Il est question à la fois d'une meilleure communication des recherches au secteur, et de la reconnaissance de l'expertise des acteurs et de l'industrie. Cette collaboration est reconnue comme un élément essentiel dans plusieurs références (Soussana, 2013; Comité permanent des pêches et des océans, 2019; Warren et al., 2004; Chavez et al., 2017; Johnson, 2016; Poulain et al, 2018; Garrett et Buckley, 2015), et rejoint la proposition plus vaste d'aller vers une véritable cogestion (Soussana, 2013, cf. supra). De façon générale, il faut améliorer l'implication des pêcheurs et l'intégration de leurs connaissances sur les stocks (Garrett et Buckley, 2015). Plusieurs pistes et pratiques sont avancées en ce sens : l'intégration des données du secteur dans les recherches (pour le Canada : Comité permanent des pêches et des océans, 2019), le co-monitoring (Chavez et al., 2017), la collecte d'information par les pêcheurs ou l'utilisation des journaux de bord avec données sur les captures (Johnson, 2019).

Enfin, il faut impérativement **mobiliser les connaissances produites par les recherches dans les décisions et la gestion**. Les connaissances produites ne sont utiles que si elles sont appliquées (Fleming et al., 2014) : il faut que les quotas et la gestion des stocks soient fondés sur des données scientifiques et sur une approche de précaution (pour le Canada, Comité permanent des pêches et des océans, 2017; Senate of Canada, 2016). Pour le Canada, certains vont jusqu'à proposer de « rendre obligatoire la prise en compte des conseils scientifiques » et fait valoir le besoin de recherches stratégiques (Groupe d'experts de la Société royale du Canada, 2012). Cette nécessité d'appuyer les décisions sur la science est accentuée par le double mandat du MPO, qui doit à la fois promouvoir l'activité industrielle et économique ainsi que préserver la vie marine. Selon un rapport du Groupe d'experts de la Société royale du Canada (2012), ce double rôle doit être revu pour une gestion plus harmonieuse.

4. Pour une intégration et une mise en œuvre des grands principes

Il ressort des références examinées qu'il faut que les **États intègrent (et respectent) leurs engagements internationaux dans leurs politiques et plans**. Les grands principes formulés par les grandes organisations internationales, comme ceux du développement durable (principe de

précaution, participation publique, et approche écosystémique) doivent être intégrés dans les politiques de gestion, et être mise en œuvre, avec de vrais changements législatifs. Cette intégration des grands principes aux politiques et plans nationaux est décrite comme en cours, mais encore largement absente (ex. des Caraïbes, Monnereau et Oxenford, 2017). Au Canada, ces grands principes sont reconnus (ainsi que les CC, Withers, 2019), mais leur application est jugée insuffisante par plusieurs (Comité permanent des pêches et des océans, 2019; Groupe d'experts de la Société royale du Canada, 2012, Blackwood, 2015). L'Australie et la Norvège, en revanche, sont citées comme des exemples d'États qui ont modernisé leur Loi sur les pêches pour y inscrire ces grands principes (Groupe d'experts de la Société royale du Canada, 2012).

Outre les grands principes du DD, il est noté l'importance **d'intégrer les CC et leurs enjeux aux outils et stratégies existants**, ainsi que de travailler à la mise en œuvre de ces stratégies. Certains outils et stratégies pensés pour la gestion des fluctuations de stocks sont décrits comme constituant une bonne base de travail, même s'ils n'ont pas été prévus pour les CC (FAO, 2009). L'approche écosystémique existante est aussi un atout (The Fish Site, 2011). Il faut à présent y intégrer les enjeux des CC (comme une variabilité spatio-temporelle accrue et floue), et se doter de moyens pour leur mise en œuvre (FAO, 2009; Warren et al., 2004). En termes de gestion, les CC ne sont donc pas un défi totalement nouveau, mais il faut développer des moyens de gestion, notamment en renforçant les outils existants. Il faut intégrer l'incertitude liée aux CC, et aller vers une vision à plus long terme.

L'amélioration de la **collaboration entre tous les acteurs concernés** (l'un des grands principes du développement durable), est identifiée comme un facteur d'adaptabilité important. Certaines pêcheries de crevette d'Australie sont d'ailleurs citées comme des exemples en termes de participation des parties prenantes (Gillett, 2008). Il est suggéré d'aller vers une cogestion (Poulain et al., 2018) et d'améliorer les collaborations et coopérations, à tous les niveaux et dans tous les domaines :

- Entre niveaux nationaux et internationaux pour échanger des connaissances et expériences plus globalement (FAO, 2009), pour le développement de nouvelles pêches (par exemple, en Europe du Nord : ClimeFish, 2019), pour la gestion générale des flottes et des stocks transfrontaliers (Poulain et al., 2018), pour une politique commune européenne (suggérée au Royaume-Uni : Garrett et Buckley, 2015)… Ce niveau est d'autant plus important que l'organisation régionale des pêches est présentée comme la "pierre angulaire" de la gestion internationale (Soussana, 2013; aussi dans le cas des Caraïbes : Monnereau et Oxenford, 2017);
- Entre science et industrie pour améliorer la recherche et la planification (cf. infra);
- Avec les communautés pour tenter de « prévoir l'imprévisible » (assurance, fonds divers, formation, diversification…), y compris avec les communautés autochtones (suggestions pour la Californie, Chavez et al., 2017);
- Une autre collaboration, moins valorisée mais qui semble importante, est la collaboration intersectorielle dans la gestion : il est suggéré de mieux prendre en compte les

interactions entre secteurs des ressources naturelles pour la planification sectorielle, surtout pour en milieu complexe comme le milieu marin (Dulvy et al., 2011). Il est aussi suggéré de faire un travail général sur la sécurité alimentaire (pour le Royaume-Uni, Garrett et Buckley, 2015).

De façon générale, une **meilleure gestion et utilisation des aides et programmes** est suggérée, comme les programmes de remplacement des engins de pêche (Poulain et al., 2018) ou les programmes d'assistance gouvernementale pour la baisse des profits (suggérée en Nouvelle-Écosse : Centre d'action écologique, s.d.). Certains suggèrent une réévaluation et suppression de certains programmes néfastes, comme les programmes de subvention sur le carburant, qui semblent par exemple critiqués (en Alaska : Ang, 2018). D'autres appellent à une **rationalisation du secteur**, en réduisant la surcapacité par le rachat de navires (Garrett et Buckley, 201; voir aussi Dulvy et al., 2011): « most public sector (planned, top-down) adaptation programs have addressed resource depletion more directly than climate change, and are directed at promoting biological resilience, stock rebuilding, and reducing overcapacity in the fishing fleets » (Garrett et Buckley, 2015). Cela permettrait d'éviter la sous-utilisation de la capacité de capture, d'autant plus qu'elle est améliorée par la modernisation et les améliorations de matériel (parfois sous l'impulsion d'une aide financière publique, ce qui constitue un gaspillage des ressources si elle est sous-utilisée).

Programmes d'aide : l'exemple du support du gouvernement britannique au pêcheurs affectés par les tempêtes

En 2014, le gouvernement britannique a mis en place un programme d'aide aux pêcheurs en réponse aux dommages causées par les tempêtes et inondations de l'hiver 2013-2014. Parmi les mesures on retrouve notamment la mise à disposition de financements pour couvrir le coût du remplacement des engins de pêche perdus ou endommagés tels que les casiers à crabe et à homard et autres engins statiques. Le gouvernement britannique a également annoncé une flexibilité sur les allocations de quotas pour permettre aux pêcheurs de compenser la perte de revenus lorsque les conditions reviendraient à la normale ainsi que l'accès à une subvention de soutien aux entreprises de 10 millions de livres sterling pour les entreprises touchées par les inondations. (Department for Environment, Food & Rural Affairs, 2014)

Concernant plus spécifiquement le **Canada**, deux éléments méritent d'être notés. Le premier est un appel à **mettre fin au conflit d'intérêts de Pêches et Océans Canada et à limiter le pouvoir discrétionnaire du ministre** (Groupe d'experts de la Société royale du Canada, 2012). Pour le Groupe d'experts de la Société royale du Canada (2012), les problèmes de gestion ne sont pas liés à un manque d'expertise, mais surtout au conflit inhérent à Pêches et Océans Canada, qui un double mandat : celui de promouvoir l'activité économique et la protection des espèces et de la santé des océans. Le « pouvoir discrétionnaire » excessif du ministre est également critiqué, car il « lui permet de dicter les activités qui devraient être régies par la science et modulées par des valeurs sociales et politiques transparentes ». **L'absence de coordination entre les politiques fédérales et provinciales** est également problématique, notamment car elle se traduit par des

tensions entre la pêche et la transformation, tensions qui ont un impact sur les communautés (pour l'exemple de TNF : Comité permanent des pêches et des océans, 2017).

5. Vers une meilleure mitigation des CC et des stress non-climatiques

Dans un souci de mitigation des impacts des CC, plusieurs pistes sont abordées, concernant à la fois les activités de capture et des mesures plus vastes.

Pour les activités de capture, il est largement suggéré d'entreprendre **d'un virage global vers des pêcheries plus durables**, en allant vers des bateaux, engins et méthodes globalement plus respectueux de l'environnement.

L'amélioration de **l'efficacité éco-énergétique** du secteur en est un élément important (Dulvy et al., 2011), par exemple en allant vers des moteurs plus efficaces, des carburants alternatifs, et des chaluts améliorés. Ceci est d'autant plus important pour la pêche à la crevette qu'elle est reconnue comme l'une des pêches avec les plus importantes émissions de CO2 (avec la pêche au homard) : la traction des filets dans l'eau fait augmenter la consommation de carburant (Stokstad, 2018; Futura Planete, date inconnue). Les **prises accessoires** sont également un problème important dans la pêche à la crevette, qui repose sur l'utilisation de chaluts. Des tentatives sont faites pour trouver de nouvelles méthodes et supprimer les chaluts, mais sans trop de succès : pour l'instant seule l'amélioration des chaluts existants semble possible (Gillett, 2008). Un exemple encourageant est toutefois à mentionner en Oregon (Marine Stewardship Council, s.d.) : les pêcheurs de crevette (Pandalus jordani) ont installé des LEDs sur les filets pour limiter les prises accessoires d'une espèce problématique (l'eulachon). L'expérience fut un succès, elle a aussi permis de limiter les prises accessoires d'autres espèces comme les soles et sébastes : « Researchers found that by placing LED lighting on the foot ropes of the nets that reduced unwanted catch of eulachon by 80-90%. […] The addition of the LED lights helped not only eulachon: researchers found slender sole bycatch was reduced by 69%, dark-blotched rockfish decreased by 82% and other rockfish by 56% » (Marine Stewardship Concil, s.d.). Toutefois, les chercheurs ne savent pas précisément comment la lumière réduit les captures accessoires et plusieurs hpothèses sont avancées. Il se pourrait que la lumière aide le poisson à trouver un chemin pour s'échapper, qu'elle l'encourage à descendre plus en profondeur, ou bien qu'elle agisse comme un avertissement permettant d'éviter le chalut arrivant en sens inverse. Quoi qu'il en soit, la pratique s'est depuis répandue dans les pêcheries de crevettes d'autres secteurs, ailleurs en Oregon, et aussi en Californie et dans l'état de Washington (Marine Stewardship Council, s.d.).

Autres solutions pour limiter les prises accessoires :

Les prises accessoires sont des prises que les pêcheurs ne visent pas, ne peuvent vendre ou ne sont pas autorisés à conserver (Gillett, 2008). Ces prises sont notamment problématiques, car elles contribuent à la perte de ressources et à la destruction d'habitats, particulièrement dans des zone déjà exploitées (Gilett, 2008). Cette problématique est particulièrement importante pour la pêche au chalut en zone tropicale, où les conditions de pauvreté impliquent que toutes les espèces ont une certaine valeur pour les pêcheurs, bien que les prises accessoires aient souvent une valeur très faible sur les marchés. Ainsi, cette problématique est également liée aux conditions socioéconomiques des pêcheurs (Gilett, 2008). Plusieurs solutions techniques, telles que les filets de type Nordmøre grid qui présentent des mailles plus étroites à l'entrée ou des filets équipés de fenêtre avec des mailles plus larges sur le dessus, permettent de limiter le nombre de prises accessoires. Ces dispositifs sont appelés BRDs (Bycatch Reduction Devices). Il en existe deux catégories principales : ceux séparant les espèces par taille comme le Nordmøre grid : « These BRDs use relatively simple oblique panels or grids, usually located within or immediately forward of the codend. Such features tend to partition the catch mechanically, according to size, and exclude individuals that are larger that the openings in the panels/grids » (Gilett, 2008); et ceux séparant les espèces via leurs comportements : « BRDs that separate species by behaviour. These BRDs operate by exploiting behavioural differences between shrimp and fish, using strategically placed funnels, horizontal and/or vertical panels and escape windows. They take advantage of the principle that fish, unlike slow-moving benthic invertebrates, have certain characteristic responses to towed trawls » (Gilett, 2008).

Il est également suggéré de **réduire les facteurs de stress non-climatiques sur les espèces**, car ils contribuent à un stress cumulatif (Poulain et al., 2018). Il est recommandé, de façon générale, de poursuivre le développement de mesures de luttes contre les CC, de limiter la pollution et les pertes d'habitat, de restaurer les habitats côtiers, notamment ceux contribuant à la rétention du CO2 (Dulvy et al., 2011; Centre d'action écologique, s.d.). Dans la pêche à la crevette, cela signifie aussi limiter les dégâts sur les fonds marins (Stokstad, 2018; Futura Planète, s.d).

6. Enjeux socio-économiques pour les entreprises et les communautés

Il est suggéré qu'une **diminution des coûts d'exploitation et une certaine « flexibilité financière »** (Ang, 2018) (sous forme de « buffer » financier) sont des facteurs d'adaptation car elles permettraient de mettre en œuvre de nouvelles stratégies d'adaptation pour l'entreprise ou l'individu. La **diminution des coûts** peut passer par plusieurs points : économies de carburant, efficience des équipements de capture, distances de voyage et nombre de sorties, coût de la main d'œuvre, améliorations technologiques, développement d'un marché local pour limiter les transports de marchandises... (Ang, 2018; Johnson, 2016; Centre d'action écologique, s.d.). Il est noté que, dans certains cas, **l'évolution du rôle des femmes** a joué en faveur de cette flexibilité financière : au Groenland, avec le passage du rôle historique de "femme de pêcheur ou chasseur" à celui de travailleur salarié, il s'observe une baisse de la pression financière sur le ménage (au Groenland : Ford et Goldhar, 2012). Il est aussi mentionné que les risques financiers peuvent être limités via les coopératives (pêche et transformation), les assurances, l'épargne, la protection sociale ... (Johnson, 2016, Chavez et al., 2017; Poulain et al., 2018; Garrett et Buckley, 2015).

Les conséquences des politiques de centralisation : une étude de cas au Groenland

Dans leur étude de cas au Groenland, Ford et Goldhar (2012) identifient plusieurs facteurs clés pour l'adaptation. À partir d'entretiens réalisés avec des membres de la communauté de Qeqertarsuaq et des informateurs clés, ils soulèvent notamment que les politiques de centralisation ont (1) réduit les moyens qui ont traditionnellement soutenu l'adaptation, (2) ont contribué à l'émergence de conflits sur l'utilisation des ressources, car les modes traditionnels de gestion ont été mis de côté, et (3) que les politiques se sont peu intéressées aux petites communautés qui utilisent la pêche comme moyen de subsistance. Ainsi, Ford et Goldhar (2012) concluent que certaines réglementations ont contribué à l'érosion de liens sociaux qui contribuaient à la capacité d'adaptation des communautés.

La **diversification économique** est présentée comme un facteur d'adaptation important pour les entreprises et les communautés. Il est suggéré de diversifier les activités, à la fois dans le secteur (cf. supra : avec d'autres espèces, produits, etc.), mais aussi via des opportunités voisines liées à la pêche (comme le tourisme en mer, la location de bateaux, l'observation de baleines...), ou à l'extérieur du secteur. Certains envisagent même un "exode" des travailleurs comme une sorte de mesure d'adaptation (Centre d'action écologique, s.d.). Mais ici encore, le développement d'activités complémentaires peut être entravé par la règlementation (Ford et Goldhar, 2012, pour le Groenland, Dulvy et al., 2011, pour plus général). Il est également suggéré de formuler des stratégies de sortie pour les pêcheurs qui quittent le secteur (Poulain et al., 2018).

Une **répartition des quotas plus équitables** est identifiée comme un élément essentiel pour l'adaptation des petites entreprises. Le cas des quotas de crevette à Terre-Neuve est un exemple marquant : une répartition des quotas plus équitable entre petite pêche côtière et pêche hauturière y est essentielle pour les communautés (Senate of Canada, 2016). D'autres suggèrent que Pêches et Océans Canada devrait évaluer aussi l'effet des quotas sur les économies locales pour prendre des décisions (Comité permanent des pêches et des océans, 2019). De façon générale, en termes de gouvernance, il est suggéré de revoir le système d'allocation des quotas, pour qu'il soit plus équitable, flexible et adaptable aux impacts des CC (Garrett et Buckley, 2015).

Pour les entreprises et pêcheurs, l'adaptation aux CC implique aussi une **adaptation aux risques en mer** (les CC peuvent se traduire par de nouveaux enjeux en termes de santé et sécurité au travail, et en termes de fiabilité et solidité des équipements) et la gestion de **possibles dommages aux infrastructures portuaires** (cf. le débat au Canada dans la presse, au besoin). Au Groenland, par exemple, les pêcheurs voudraient améliorer leurs équipements de sécurité mais le coût les en empêche souvent, ils semblent s'adapter en faisant des voyages en groupe et en mettant en commun certains équipements de sécurité (Ford et Goldhar, 2012).

Conclusion

Cette recension documentaire a permis un premier survol de la littérature grise et académique sur l'adaptation du secteur des pêches aux enjeux des changements climatiques et globaux. Plusieurs thématiques ont été dégagées : l'importance d'une gestion plus flexible des espèces et

des zones de pêche, la pêche de nouvelles espèces et le développement de nouveaux marchés, la poursuite de la recherche et son intégration dans les pratiques, la mitigation des CC et les enjeux socio-économiques pour les entreprises et les communautés. Plusieurs stratégies d'adaptation dans des contextes comparables au Canada ont pu être identifiées, mais d'autres recherches sont nécessaires pour détailler des pistes pour améliorer les pratiques professionnelles et institutionnelles. En cela, cette recension constitue le point de départ de notre recherche portant sur l'adaptation des communautés côtières de l'Est-du-Québec vivant de la pêche à la crevette nordique. En comparant les informations et mesures recueillies dans cette recension avec celles recueillies auprès des acteurs de la filière de la crevette nordique au Québec, nous pourrons en effet être davantage en mesure d'offrir des recommandations, ou plutôt d'outiller les communautés locales, afin de soutenir l'adaptation du secteur. Pour cela, notre recherche s'appuie sur une revue de la littérature et des données statistiques du contexte québécois/canadien de la pêche à la crevette nordique mais aussi et surtout sur une analyse thématique d'entrevues semi-dirigées menées auprès des acteurs de la filière (pêcheurs, gestionnaires de pêche, usines de transformation, associations, ministères, entreprises d'autres secteurs liés aux activités de l'industrie de la pêche, etc). Certaines des thématiques abordées ici se retrouveront sans doute dans notre recherche et cette première recension aura donc l'avantage de nous aider à mieux contextualiser les réponses et discours obtenus lors de ces entrevues.

Bibliographie

Ang, M. (2018). *Adaptability of Pacific North America's small-scale fisheries to climate change* (Mémoire). The University of British Columbia. https://doi.org/10.14288/1.0369737

Anniina, A. K. (2018, 11 juillet). *Adaptation to climate change in Arctic fisheries*. Climate Change Teaching in Greenland. https://blogs.helsinki.fi/climategreenland/2018/07/11/adaptation-to-climate-change-in-arctic-fisheries/

Bever, F. (2018, 17 novembre). *Regional Regulators Vote For 3-Year Closure Of Maine Shrimp Fishery*. Maine Public. https://www.mainepublic.org/business-and-economy/2018-11-17/regional-regulators-vote-for-3-year-closure-of-maine-shrimp-fishery

Blackwood, A. (2015). *An analysis of Newfoundland and Labrador's shrimp fishery crisis using the Provincial Coastal and Oceans Management Strategy and Policy Framework* (Independent Research Paper). Grenfell Campus, Memorial University of Newfoundland. https://research.library.mun.ca/11927/1/April_Blackwood.pdf

Bouchard, D., et Parent, M. (2013, juin). UNE FARINE DE GRADE ALIMENTAIRE POUR VALORISER LES RÉSIDUS MARINS. *Pêche Impact*. http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs2281231

Catto, N. (2010). *A Review of Academic Literature Related to Climate Change Impacts and Adaptation in Newfoundland and Labrador*. Department of Geography, Memorial University. https://www.gov.nl.ca/eccm/files/publications-review-literature-climatechangeimpactsadaptation-innl.pdf

Centre d'action écologique. (s. d.). *Comment adapter l'industrie des pêches de la région du Canada Atlantique aux changements climatiques?* Ecology Action Centre. https://www.ecologyaction.ca/files/images-documents/file/Coastal/CCCheticamp/Peche%20et%20changement%20climatique%20brochure.pdf

Chavez, F. P., Costello, C., Aseltine-Neilson, D., Doremus, H., Field, J. C., Gaines, S. D., Hall-Arber, M., Mantua, N. J., McCovey, B., Pomeroy, C., Sievanen, L., et Wheeler, S. A. (2017). *Readying California fisheries for climate change*. California Ocean Science Trust, Oakland, California, USA. https://www.oceansciencetrust.org/wp-content/uploads/2016/06/Climate-and-Fisheries_GuidanceDoc.pdf

ClimeFish. (2019). *Northeast Atlantic Fisheries*. https://climefish.eu/2019/04/10/north-east-atlantic-fisheries/

Colburn, L. L., Jepson, M., Weng, C., Seara, T., Weiss, J., et Hare, J. A. (2016). Indicators of climate change and social vulnerability in fishing dependent communities along the Eastern and

Gulf Coasts of the United States. *Marine Policy*, *74*, 323-333. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.04.030

Comité permanent des pêches et des océans. (2005). *La morue du Nord : un échec de la gestion canadienne des pêches*. Chambre des communes du Canada. http://biblio.uqar.ca/archives/24249552.pdf

Comité permanent des pêches et des océans. (2017, mars). *La pêche à la morue du Nord à Terre-Neuve-et-Labrador : mettre le cap sur un nouvel avenir durable*. Chambre des communes du Canada. https://www.noscommunes.ca/Content/Committee/421/FOPO/Reports/RP8826804/foporp10/foporp10-f.pdf

Comité permanent des pêches et des océans. (2019, juin). *En eaux troubles — le homard et le crabe des neiges dans l'est du Canada*. Chambre des communes du Canada. https://www.noscommunes.ca/Content/Committee/421/FOPO/Reports/RP10579516/foporp26/foporp26-f.pdf

Department for Environment, Food & Rural Affairs. (2014, 6 mars). *Government announces support for fishermen affected by the storms* [Communiqué de presse]. https://www.gov.uk/government/news/government-announces-support-for-fishermen-affected-by-the-storms

Dulvy, N. K., Reynolds, J. D., Pilling, G. M., Pinnegar, J. K., Phillips, J. S., Allison, E. H., et Badjeck, M.-C. (2011). Fisheries management and governance challenges in a climate change. Dans OECD (Éd.), *The Economics of Adapting Fisheries to Climate Change* (p. 31-89). Van Haren Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264090415-4-en

Eide, A., Ese, A.-C., et Hoel, A. (2014). *Fisheries Management and Global Warming. Effects of climate change on fisheries in the Arctic region of the Nordic countries*. http://dx.doi.org/10.6027/TN2014-515

FAO. (2008). *La Situation Mondiale Des Pêches et de L'Aquaculture 2008*. ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE. http://www.fao.org/3/i0250f/i0250f.pdf

FAO. (2019). *Colloque international sur la gestion durable des pêches : Renforcer les liens entre la science et les politiques*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. http://www.fao.org/3/ca6763fr/CA6763FR.pdf

Fleming, A., Hobday, A., Farmery, A., van Putten, E., Pecl, G., Green, B., et Lim-Camacho, L. (2014). Climate change risks and adaptation options across Australian seafood supply chains – A preliminary assessment. *Climate Risk Management*, *1*, 39-50. https://doi.org/10.1016/j.crm.2013.12.003

Ford, J., et Goldhar, C. (2012). Climate change vulnerability and adaptation in resource dependent communities : a case study from West Greenland. *Climate Research*, *54*(2), 181-196. https://doi.org/10.3354/cr01118

Futura Planète. (s. d.). *La pêche à la crevette est-elle nuisible pour l'environnement ?* Futura. https://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/environnement-peche-crevette-elle-nuisible-environnement-4155/

Garrett, A., Buckley, P., et Brown, S. (2015). *Understanding and responding to climate change in the UK seafood industry : Climate change risk adaptation for wild capture seafood*. Seafish. https://www.seafish.org/document/?id=EA8B8232-22DA-4DA5-B063-F2903648C476

Gillett, R. (2008). *Global Study of Shrimp Fisheries*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Groupe d'experts de la Société royale du Canada. (2012). *Le maintien de la biodiversité marine au Canada : relever les défi s posés par les changements climatiques, les pêches et l'aquaculture*. http://marie-pierrehetu.yolasite.com/resources/biodiversite%20marine.pdf

Johnson, T. (2016). *Climate Change and Alaska Fisheries*. Alaska Sea Grant, University of Alaska Fairbanks. http://doi.org/10.4027/ccaf.2016

Kaufman, A. C. (2019, 12 novembre). *Disappearing shrimp sign of climate crisis*. Canada's National Observer. https://www.nationalobserver.com/2019/11/11/features/disappearing-shrimp-sign-climate-crisis

Lindegren, M., et Brander, K. (2018). Adapting Fisheries and Their Management To Climate Change : A Review of Concepts, Tools, Frameworks, and Current Progress Toward Implementation. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, *26*(3), 400-415. https://doi.org/10.1080/23308249.2018.1445980

Marine Stewardship Council. (s. d.). *Fishery helps fish with LED lights*. https://www.msc.org/what-we-are-doing/our-collective-impact/fisheries-improving/pink-shrimp-fishery-uses-led-lights-on-nets

Monnereau, I., et Oxenford, H. A. (2017). Impacts of Climate Change on Fisheries in the Coastal and Marine Environments of Caribbean Small Island Developing States (SIDS). *Caribbean marine climate change report card : Science Review 2017*, 124-154.

MPO. (2014). *Perspectives à court terme pour les stocks de morue, de crabe et de crevette dans la région de Terre-Neuve et du Labrador (divisions 2J3KL)*. https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/Library/363677.pdf

Natural Resources Council of Maine. (2020). *Climate Change Threatens Maine's Fisheries*. https://www.nrcm.org/programs/federal/federal-climate-and-energy-issues/climate-change-threatens-maines-fisheries/

OCEANA. (2017). *Audit des pêches 2017*. https://www.oceana.ca/fr/publications/reportages/audit-des-peches-2017

Pinnegar, J. K., et al. (2016). Socio-economic Impacts—Fisheries. Dans F. Colijn et M. Quante (Éds.), *North Sea Region Climate Change Assessment (Regional Climate Studies)* (p. 375-395). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39745-0_12

Poulain, F., Himes-Cornell, A., et Shelton, C. (2018). Methods and tools for climate change adaptation in fisheries and aquaculture. Dans FAO (Éd.), *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture : Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options* (p. 535-566). Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/3/i9705en/I9705EN.pdf

République du Sénégal, Ministère de l'Environnement et du Développement durable, et Ministère de le Pêche et de l'Economie maritime. (2016). *PLAN NATIONAL D'ADAPTATION DU SECTEUR DE LA PECHE ET DE L'AQUACULTURE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE HORIZON 2035*. https://www.oceanactionhub.org/plan-national-d%E2%80%99adaptation-du-secteur-de-la-peche-et-de-l%E2%80%99aquaculture-face-au-changement-climatique

Ressources Naturelles Canada. (s. d.). *Sectoral Impacts and Adaptive Capacity*. Natural Resources Canada. https://www.nrcan.gc.ca/environment/resources/publications/impacts-adaptation/reports/assessments/2008/10277

Savard, L. H. Bouchard et P. Couillard (2003). *Revue de la pêche à la crevette nordique (Pandalus Borealis) dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent pour la période de 1965-2000*. Rapp. tech. can sci. halieu. aquat. 2465 : viii + 143 p.

Seafood Scotland. (s. d.). Seafood Scotland. https://www.seafoodscotland.org/

Senate of Canada. (2016). *Senate of Canada - Standing Senate Committee on Fisheries and Oceans*. https://sencanada.ca/en/committees/pofo/

Sharp, G. D. (2004). *Le changement climatique et l'avenir des pêcheries régionales : une analyse en collaboration*. FAO.

Smit, B., et Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, *16*(3), 282-292. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008

Soussana, J. (2013). *S'adapter au changement climatique : Agriculture, écosystèmes et territoires*. QUAE.

Stokstad, E. (2018). *Our growing taste for shrimp is bad news for climate change*. Science | AAAS. https://www.sciencemag.org/news/2018/04/our-growing-taste-shrimp-bad-news-climate-change

The Fish Site. (2011). *Northern Prawn Fishery : Coping With Climate Change*. https://thefishsite.com/articles/northern-prawn-fishery-coping-with-climate-change

Warren, F. J., et Lemmen, D. S. (2004). *Impacts et adaptation liés aux changements climatiques : perspective canadienne* (Ressources Naturelles Canada, Éd.). https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/perspective/pdf/report_f.pdf

Warren, F. J., et Lemmen, D. S. (2014). *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation* (Ressources Naturelles Canada, Éd.). https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Rapport-complet_Fra.pdf

Withers, P. (2019, 12 avril). *Climate change now a fact of life in Atlantic Canada fishery*. CBC News. https://www.cbc.ca/news/canada/nova-scotia/climate-change-atlantic-ocean-dfo-report-1.5094133

Autres références

Carter, A. (2019, 24 septembre). *A National Standard for Climate-Ready Fisheries*. Center for American Progress. https://www.americanprogress.org/issues/green/news/2019/09/24/474971/national-standard-climate-ready-fisheries/

Flint, K. (2018, 17 janvier). *A prawn tale : winners and losers in climate change*. Particle. https://particle.scitech.org.au/earth/a-prawn-tale-winners-and-losers-in-climate-change/

Glantz, M. H. (2005). *Climate Variability, Climate Change and Fisheries*. Cambridge University Press.

Gupta, S. (2017, 19 avril). *No shrimp today : Maine's waters are warming and it's costing fishermen money*. CNNMoney. https://money.cnn.com/2017/04/19/news/shrimp-climate-change/index.html

Sojtaric, M. (2011). *The Shrimp as a Climate Gauge*. Sciencenorway.no. https://partner.sciencenorway.no/biology-climate-ecology/the-shrimp-as-a-climate-gauge/1377826