

Savoir polaire : Rapport Aqhaliat

Volume 4







Message du scientifique en chef, David Hik

Je suis heureux de vous présenter cette édition spéciale du rapport de Savoir polaire, Aqhaliat, dont le contenu diversifié met en lumière certains des plus récents résultats scientifiques et programmes de mobilisation des connaissances soutenus par Savoir polaire Canada.



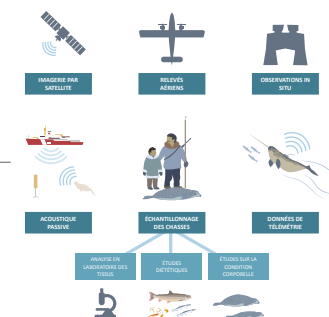
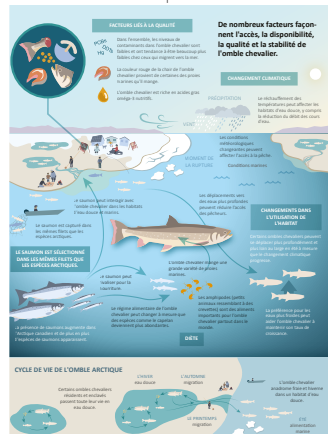
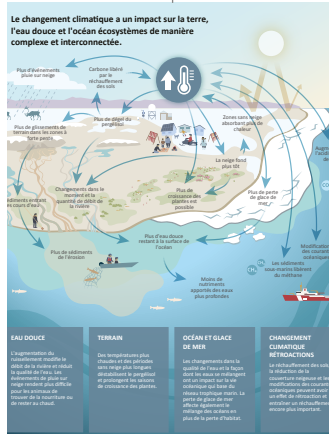
Cette édition spéciale s'articule autour de cinq thèmes, élaborés conjointement avec des partenaires communautaires du Nord. Les articles techniques ont été rédigés par des équipes de plusieurs auteurs dans le cadre d'un processus d'évaluation collaborative que nous décrivons dans la section Aperçu. Les auteurs ont travaillé au-delà des frontières disciplinaires pour résumer les recherches actuelles et concevoir de magnifiques infographies. Nous avons également ajouté une nouvelle section de fiches d'information qui fournit des résumés des projets individuels. Les documents techniques et les fiches d'information sont présentés ensemble dans un nouveau format visuellement attrayant qui, nous l'espérons, suscitera des discussions et permettra une meilleure compréhension. Nous avons hâte de connaître votre avis sur Aqhaliat, volume 4!

12

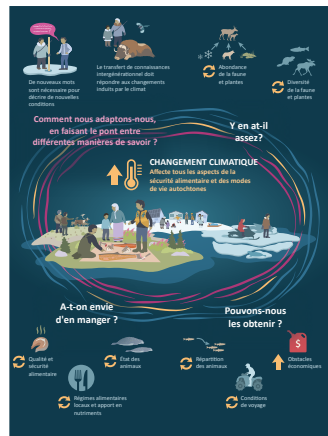
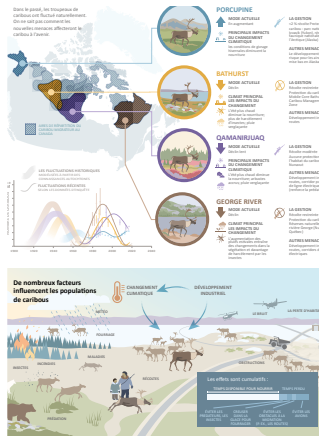
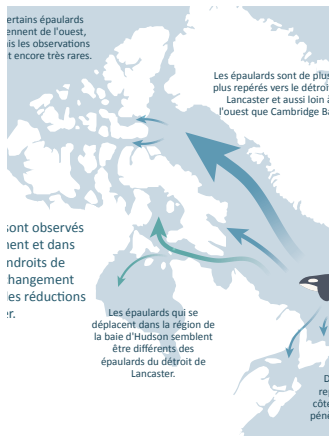
13

62

38



Rapport Aqhaliat



71

67

88

109

Table des matières

Introduction

- 3** Message du scientifique en chef
- 6** Méthodes de l'évaluation collaborative

Changements

environnementaux dans la région de Kitikmeot (Ouest du Nunavut) et dans la région d'Ulukhaktok (Est des Territoires du Nord-Ouest)

- 9** Résumé
- 12** Infographie
- 14** Article de synthèse

Fiches d'information

- 127** SmartICE : surveillance de la glace par la communauté
- 129** Caractérisation et surveillance du pergélisol dans le parc territorial Kugluk
- 131** Programme de surveillance océanique des Rangers canadiens (CROW)

L'omble chevalier dans un Nord en mutation rapide

- 35** Résumé
- 18** Infographie
- 39** Article de synthèse

Les mammifères marins dans un océan Arctique en mutation

- 59** Résumé
- 62** Infographie
- 63** Article de synthèse

Caribou – Le pouls de la toundra

- 85** Résumé
- 88** Infographie
- 89** Article de synthèse

Comprendre les effets des changements climatiques sur la sécurité alimentaire des communautés autochtones du Nord

- 107** Résumé
- 109** Infographie
- 110** Article de synthèse

133 Plantes et méthane dans le Haut-Arctique

135 Étude scientifique de la mer de Kitikmeot (K3S)

137 Évaluation des ressources en énergie renouvelable

139 Projet de démonstration du programme de gestion des métaux du Nunavut

141 Technologies de gestion des déchets

143 Traitement des eaux usées

145 Surveillance des carcajous de Kitikmeot – initiative non invasive et communautaire

Pour plus d'informations sur Savoir polaire Canada, ou pour d'autres copies de ce rapport, contactez :

Station canadienne de recherche dans l'Extrême-Arctique
1 Uvajuq Road, P.O. BOX 2150
Cambridge Bay, NU X0B 0C0
Canada

courriel : info@polar.gc.ca
téléphone : 877-221-6213
fax : 613-947-2410

This book is published in English under the title: *Polar Knowledge: Report Aqhaliat, Volume 4*

Savoir polaire : Rapport Aqhaliat
Cat. No. R101-6E-PDF
ISSN 2562-6078

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2021

Savoir polaire : Savoir polaire Canada (2022) Rapport Aqhaliat, volume 4.
DOI: 10.35298/pkc.2021

Twitter [@POLARCanada](https://twitter.com/POLARCanada)
Facebook [@PolarKnowledge](https://www.facebook.com/PolarKnowledge)
Instagram [@polar.knowledge](https://www.instagram.com/polar.knowledge)
LinkedIn [linkedin.com/company/polar-knowledge-canada](https://www.linkedin.com/company/polar-knowledge-canada)
Website canada.ca/polar

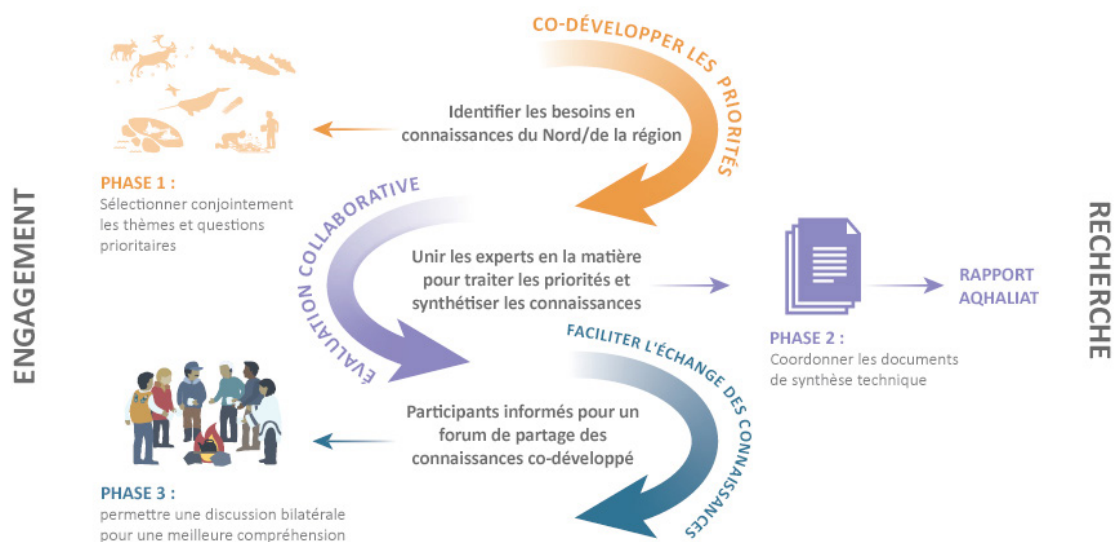
Méthodes de l'évaluation collaborative

Savoir polaire Canada (POLAIRE) a comme mandat de renforcer le leadership du Canada relativement aux enjeux touchant l'Arctique et d'approfondir les connaissances sur l'Arctique canadien. Par l'exercice d'un leadership, l'établissement de partenariats et le travail collaboratif dans le domaine des sciences et des technologies polaires, l'une des fonctions principales de l'organisme fédéral est de créer et de synthétiser des connaissances et d'échanger des renseignements aux fins de prise de décisions qui profiteront aux collectivités du Nord et à tous les Canadiens. En mars 2020, POLAIRE a organisé un atelier régional sur la planification et l'échange de connaissances à la Station canadienne de recherche dans l'Extrême-Arctique (SCREA) à Cambridge Bay, au Nunavut, au Canada. L'atelier portait principalement sur les perspectives des détenteurs du savoir autochtone, des producteurs de connaissances et des utilisateurs de connaissances au Nunavut et dans les Territoires du Nord-Ouest afin de cerner des thèmes clés d'intérêt pour les collectivités, et d'établir des lignes directrices pour transmettre et échanger les connaissances dans un contexte nordique.

Au cours de ses cinq premières années d'exploitation (2015–2019), POLAIRE a dirigé et soutenu des recherches sur une foule de sujets,

dont les changements climatiques, les écosystèmes et la biodiversité (surveillance), les sciences physiques, la faune (recherches et surveillance menées par la collectivité), l'Inuit Qaujimajatuqangit, les changements liés à la glace de mer, au pergélisol et aux conditions de la neige (surveillance), ainsi que l'amélioration de l'infrastructure bâtie dans le Nord, l'énergie de substitution et l'énergie renouvelable, et les technologies appliquées. Bien que de nombreux sujets soient importants pour les habitants du Nord, POLAIRE a invité les délégués autochtones et d'autres partenaires ayant participé à l'atelier à choisir cinq grands thèmes qui pourraient servir de base de discussion enrichissante pour le forum sur l'échange de connaissances. Après des discussions constructives, les participants ont retenu cinq thèmes des plus pertinents pour le forum :

1. l'abondance et la migration des populations de caribous;
2. la dynamique des populations d'ombles chevaliers et d'autres poissons;
3. les populations de baleines et la biodiversité de l'écosystème marin;
4. la recherche et la surveillance liées aux changements climatiques;
5. les changements environnementaux – neige, glace, précipitations.

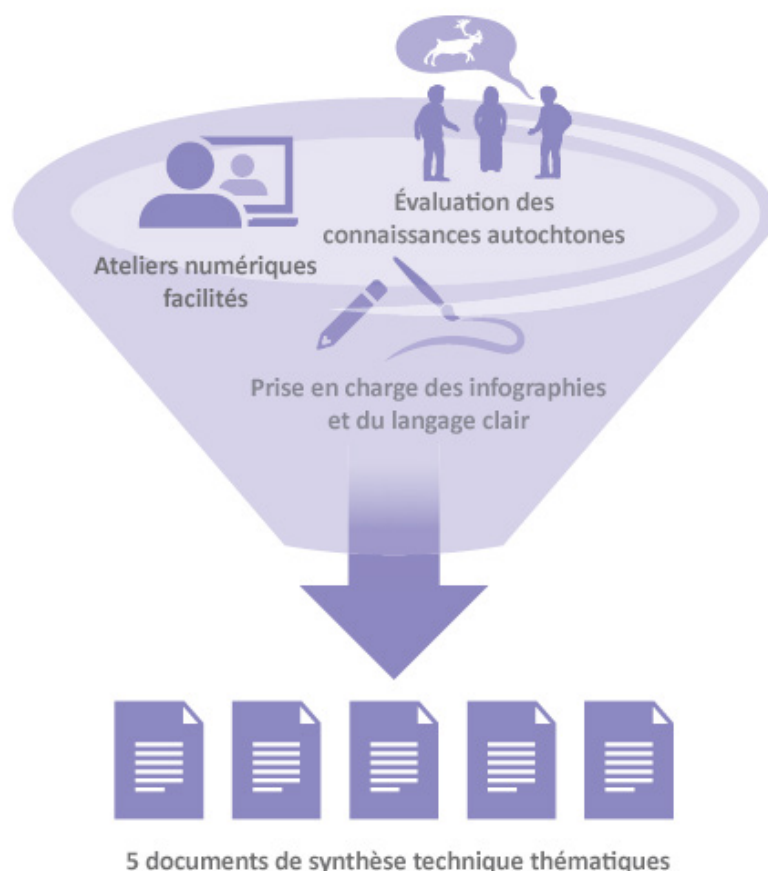


Afin de préciser les thèmes, on a demandé aux participants d'écrire une question d'intérêt clé. L'animatrice a recueilli plus de 40 questions qui ont été compilées dans le cadre du processus de mobilisation et d'élaboration conjointe.

Le projet d'évaluation collaborative a réuni des experts pour répondre à ces questions et synthétiser les connaissances sur ces thèmes prioritaires pour un public nordique. Cela a été fait en coordonnant divers experts en la matière, y compris les détenteurs de connaissances autochtones, pour discuter des résultats de recherche et d'activités de surveillance publiés précédemment, mettre en évidence les tendances régionales, ainsi que les domaines de recherche future et organiser les informations de manière à brosser un portrait le plus complet possible par la production de cinq rapports de synthèse technique. Des groupes de travail coauteurs ont été formés pour chaque thème identifié, faisant appel à l'expertise d'environ 70 chercheurs, gestionnaires de la faune et analystes de partout au Canada. Un animateur numérique externe a été embauché pour animer des ateliers et aider les groupes de travail à traiter le contenu des sujets. Les groupes de travail se sont réunis via une série d'ateliers virtuels au cours de l'été 2021, conçus pour permettre une discussion et une collaboration interdisciplinaires en vue de la production d'articles de synthèse adaptés au Nord et dirigés par des experts. Pour faciliter l'échange de connaissances, chaque rapport de synthèse a été édité en langage simple, complété par des infographies pour les apprenants visuels. Le groupe de travail a eu la possibilité de développer une voie unique pour aborder son thème spécifique, les questions associées et relayer les informations pertinentes essentielles à la prise de décision dans le Nord, ce qui a entraîné une variété dans la présentation des 5 derniers articles publiés dans ce rapport Aqhaliat.

Afin d'inclure les détenteurs de savoir autochtone dans le processus de rédaction, POLAIRE a procédé également à une évaluation du savoir autochtone qui s'est dérouler parallèlement aux ateliers virtuels. L'évaluation du savoir autochtone a permis aux experts autochtones de participer pleinement

au partage des connaissances sur les cinq thèmes et accordera une place à cette source de savoir dans la soumission finale des articles techniques. Ajungi Arctic Consulting Group a été engagé pour aider à l'organisation et à l'animation de cinq ateliers d'évaluation des connaissances autochtones. Malgré le peu de temps dont nous disposons pour recruter des participants et le fait que les ateliers devaient se tenir en été, une bonne sélection de participants autochtones de tout le Nord, de différents âges, sexes et professions, ont participé et partagé leurs connaissances lors des ateliers. Des représentants de chaque groupe de travail ont pu observer l'atelier et ont eu l'occasion, à la fin de la séance, de poser des questions pour obtenir des précisions ou des renseignements supplémentaires. Des rapports sommaires ont été élaborés à partir des ateliers et envoyés aux participants pour qu'ils en vérifient l'exactitude. Les ateliers ont été considérés comme un succès par ceux qui y ont participé.





**Changements environnementaux dans la région de Kitikmeot
(Ouest du Nunavut) et dans la région d'Ulukhaktok
(Est des Territoires du Nord-Ouest)**



Résumé

De nombreux impacts sont observés partout dans le Nord canadien en raison de l'évolution des conditions environnementales. En prenant comme référence la zone entourant la Station canadienne de recherche dans l'Extrême-Arctique, la région de Kitikmeot, au Nunavut, et Ulukhaktok, dans les Territoires du Nord-Ouest, voici quelques exemples qui nous montrent que l'environnement change. L'augmentation de la chaleur dans l'atmosphère causée par la pollution humaine entraîne un réchauffement de l'Arctique plus rapide que partout ailleurs sur Terre, et des phénomènes météorologiques plus fréquents et plus intenses se produisent dans tout le Nord. On s'attend à des conditions météorologiques plus imprévisibles, à des feux de toundra, à des vents violents et à des temps orageux, ce qui aura des répercussions importantes sur les communautés nordiques. La température de l'air contrôle tous les aspects de la vie dans l'Arctique, y compris les animaux et les plantes qui peuvent y survivre, le moment où les rivières et les océans gèlent et se libèrent des glaces, et l'épaisseur de la glace de mer et du pergélisol. Les communautés de l'Arctique canadien sont celles qui se réchauffent le plus en hiver. Les changements de précipitations ont une incidence sur les caribous et les bœufs musqués, car ils doivent briser la glace pour atteindre leur nourriture. La saison de neige est plus courte. Le pergélisol se réchauffe et dégèle. Les plantes de l'Arctique évoluent de manière complexe. Dans certaines zones, les changements climatiques entraînent une croissance plus importante des plantes, les arbustes deviennent plus denses et les graminées sont plus présentes. La limite des arbres finira par se déplacer vers le nord. L'eau des océans change en raison de l'augmentation de la quantité d'eau douce et des sédiments provenant de la fonte, ce qui a des effets sur la vie des océans, des espèces microscopiques aux poissons, en passant par les mammifères marins. L'élévation du niveau de la mer à l'échelle mondiale sera moins importante dans l'Arctique canadien que dans les îles de faible altitude situées ailleurs dans le monde. La glace de mer arctique est en train de fondre, ce qui touche à la sécurité des déplacements sur la glace.

Il y a encore beaucoup à apprendre sur les effets des changements climatiques sur l'environnement de l'Arctique canadien. Des indicateurs clés tels que la pluie, la température, l'évolution de la végétation et bien d'autres encore peuvent être observés, mesurés et surveillés. Ils nous renseignent sur l'environnement et son évolution dans le temps. Une surveillance accrue, tant locale que régionale, est nécessaire dans ces domaines. La surveillance fournira des informations permettant d'améliorer notre compréhension des indicateurs clés, afin que nous puissions donner des réponses plus complètes aux questions concernant les préoccupations régionales. Les spécialistes des sciences naturelles doivent travailler avec les détenteurs du savoir autochtone pour mieux comprendre ces indicateurs clés.

Afin de mieux comprendre les effets environnementaux des changements climatiques et d'établir des liens entre le savoir autochtone et la science, le Groupe de travail a dressé la liste suivante de six occasions émergentes :

1. Établir des partenariats de recherche avec des communautés nordiques qui se concentrent sur les besoins en recherche communautaire et incluent l'échange et la coproduction des connaissances pour tous les aspects de la recherche sur les changements environnementaux dans la région.
2. Élaborer une nouvelle série d'indicateurs de l'environnement avec des détenteurs de droits autochtones. Il s'agirait notamment d'indicateurs élaborés par des détenteurs du savoir autochtone et des scientifiques qui seraient inclus dans la conception de la recherche. Les indicateurs pourraient être adaptés aux besoins régionaux et locaux.
3. Mettre en place des initiatives de surveillance communautaire avec un soutien à long terme qui renforce les capacités de la communauté et permet la collecte d'observations cohérentes, continues et de haute qualité des principaux indicateurs de l'environnement.
4. Créer des occasions pour les jeunes Inuits de participer à des programmes de surveillance et d'utiliser des outils de recherche et des ressources éducatives pour élaborer leurs propres projets dirigés par des jeunes.⁴⁴
5. Élaborer des modèles pour prédire comment les changements climatiques auront des incidences sur chaque communauté, afin de les aider à s'y adapter.
6. Concevoir des outils pour l'échange bidirectionnel d'informations qui sont accessibles au public et simples à utiliser.

Auteurs et contributeurs

Donald McLennan*

Arctic Research Foundation

donald@arcticresearchfoundation.ca

Kristina Brown*

Pêches et Océans Canada

Kristina.Brown@dfo-mpo.gc.ca

Randall Scharien

Université de Victoria

Brent Else

Université de Calgary

Katherine Wilson

Université Memorial de Terre-Neuve

Elyn Humphreys

Université Carleton

Philip Marsh

Université Wilfrid-Laurier

Jennifer Ullulaq**

Gjoa Haven, Nunavut

Brian Park and Tyra Cockney-Goose**

Inuvik, Inuvialuit

Gary Aipellie and Nysana Qillaq**

Clyde River, Nunavut

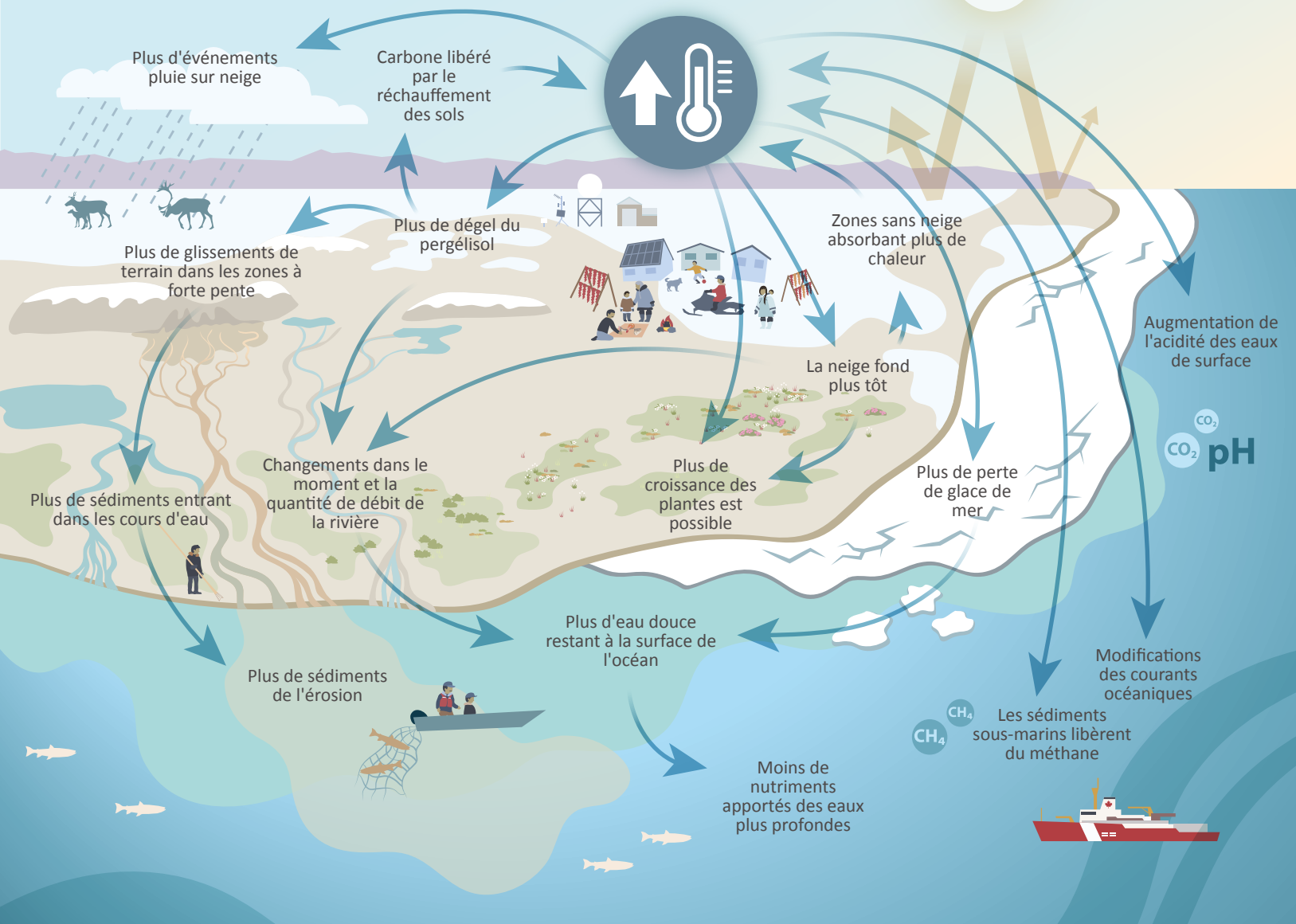
* Auteurs correspondants

** Détenteurs du savoir autochtone

Information sur la citation

McLennan, D., Brown, K., Scharien, R., Else, B., Wilson, K., Humphreys, E., Marsh, P., Ullulaq, J., Park, B., Cockney-Goose, T., Aipellie, G. et Qillaq, N., 2022. Changements environnementaux dans la région de Kitikmeot (Ouest du Nunavut) et dans la région d'Ulukhaktok (Est des Territoires du Nord-Ouest) Savoir polaire : Rapport Aqhaliat, volume 4, Savoir polaire Canada, p. 8–33. DOI: 10.35298/pkc.2021.01.fra

Le changement climatique a un impact sur la terre, l'eau douce et l'océan écosystèmes de manière complexe et interconnectée.



EAU DOUCE

L'augmentation du ruissellement modifie le débit de la rivière et réduit la qualité de l'eau. Les événements de pluie sur neige rendent plus difficile pour les animaux de trouver de la nourriture ou de rester au chaud.

TERRAIN

Des températures plus chaudes et des périodes sans neige plus longues déstabilisent le pergélisol et prolongent les saisons de croissance des plantes.

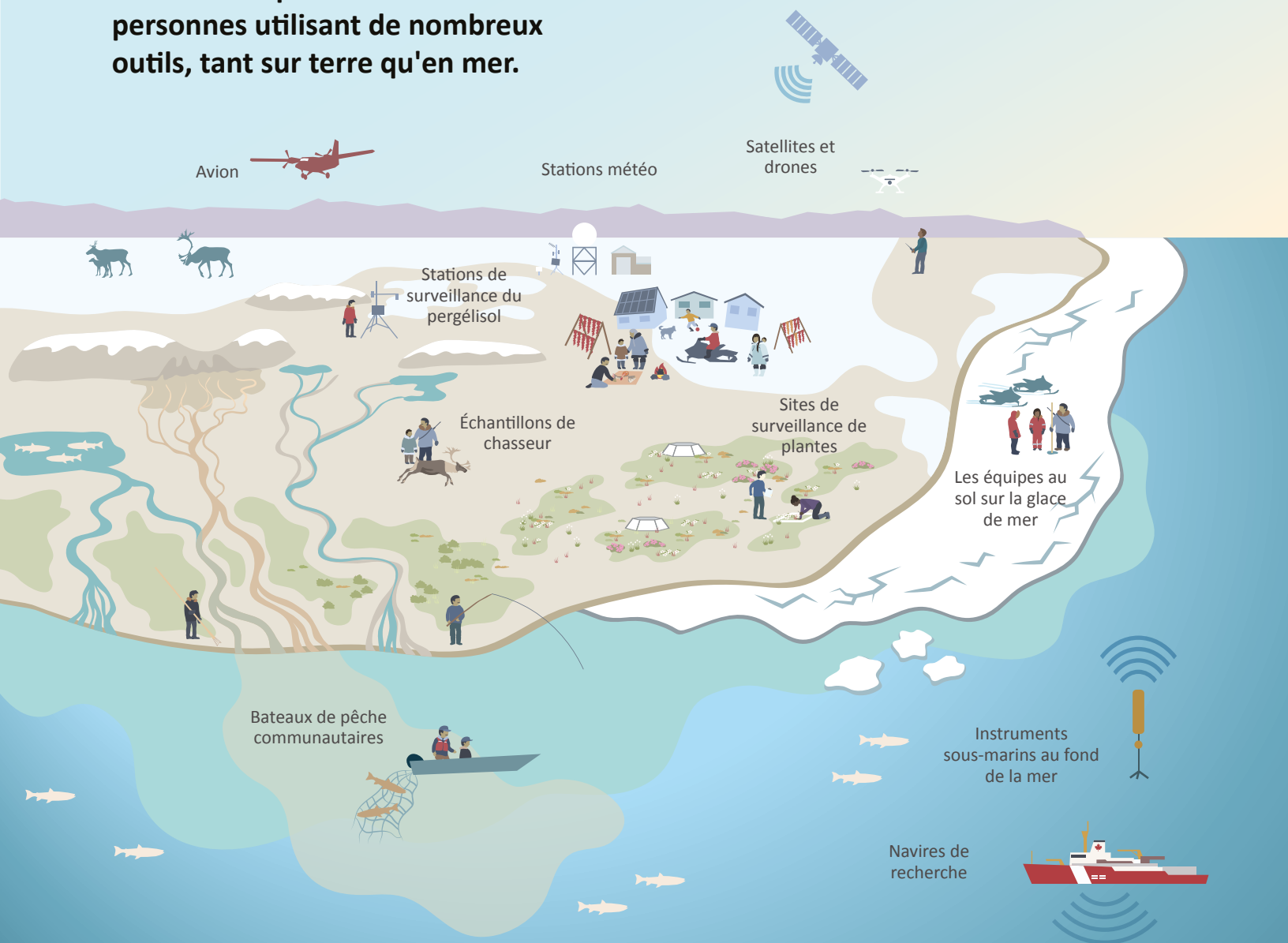
OCÉAN ET GLACE DE MER

Les changements dans la qualité de l'eau et la façon dont les eaux se mélangent ont un impact sur la vie océanique qui base du réseau trophique marin. La perte de glace de mer affecte également le mélange des océans en plus de la perte d'habitat.

CHANGEMENT CLIMATIQUE RÉTROACTIONS

Le réchauffement des sols, la réduction de la couverture neigeuse et les modifications des courants océaniques peuvent avoir un effet de rétroaction et entraîner un réchauffement encore plus important.

L'environnement arctique du Canada est surveillé par de nombreuses personnes utilisant de nombreux outils, tant sur terre qu'en mer.



SATELLITES

Les satellites fournissent des images et des données sur de vastes zones et à intervalles réguliers, montrant les changements à travers le paysage.

TERRAIN ET EAU DOUCE

La surveillance des terres et des eaux douces mesure à la fois les parties vivantes (plantes et animaux) et non vivantes du paysage.

Océan ET GLACE DE MER

La surveillance des océans implique généralement l'utilisation d'instruments ou la collecte d'échantillons d'eau.

MODÈLES ET RAPPORTS

Les données de surveillance nous aident à comprendre les changements observés et à prévoir ce qui pourrait se produire à l'avenir, en soutenant la prise de décision.



Introduction

Dans cet article, nous répondons à trois questions sur les changements climatiques que les habitants de la région de Kitikmeot (Nunavut) et d’Ulukhaktok (Territoires du Nord-Ouest) ont posées lors d’un atelier à la Station de recherche dans l’Extrême-Arctique canadien en mars 2020. ¹

- Pourquoi les conditions météorologiques changent-elles si rapidement? Il fait très froid, mais l’océan est plus chaud, et la glace se brise plus vite – il y a aussi plus de végétation même si l’hiver est plus froid. Pourquoi cela se produit-il?
- Quels sont les principaux impacts des changements climatiques sur la glace de mer, le pergélisol, la neige, les lacs et les rivières de la région de Kitikmeot?
- Sur quels domaines la recherche et la surveillance devraient-elles porter pour se préparer à l’évolution des conditions environnementales?

Comme les Inuits dépendent de la terre et de la glace pour se nourrir et maintenir leur culture, les participants à l’atelier souhaitent une meilleure compréhension des changements climatiques afin que les communautés puissent développer des moyens d’adaptation.

Pour les besoins du présent document, nous utiliserons les termes et les définitions du gouvernement du Nunavut pour les conditions météorologiques, le climat et les changements climatiques tels que présentés au tableau 1. ²

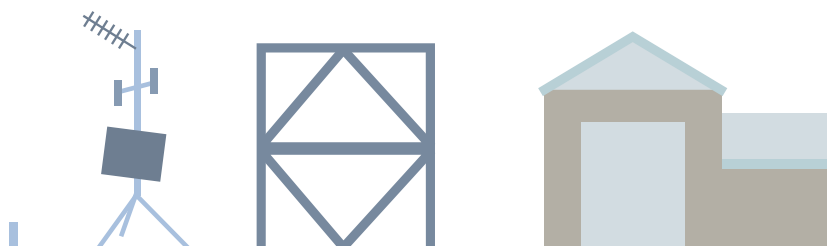


Tableau 1 Termes et définitions du gouvernement du Nunavut pour les conditions météorologiques, le climat et les changements climatiques.

Français	Inuktitut	Inuinnaqtun	Définition
conditions météorologiques	silá	híla	« Les conditions à court terme (en heures ou jours) de l'air et du ciel au-dessus d'une région. Elles sont décrites par la température, les nuages, les vents et les précipitations ou les chutes de neige » (GN et NTI, 2005, p. 135).
climat	siláup qanuinnirigajuktanga	hílaup ilitquhia	« [sL]es conditions habituelles de température, de pluie ou de neige et de vent d'une région pendant un très grand nombre de saisons » (GN et NTI, 2005, p. 39).
changements climatiques	siláup asijjiqpallianinga	hílaup aalannguqtirninga	« Une différence entre les températures mondiales habituelles et extrêmes qui n'est pas seulement un cycle court, mais dure pendant des décennies » (GN et NTI, 2005, p. 35).

Pourquoi les conditions météorologiques et le climat changent-ils si rapidement?

Les changements climatiques sont causés par les humains qui polluent l'atmosphère. ³ Entre 1971 et 2019, l'Arctique s'est réchauffé plus de trois fois plus vite que le reste de la planète, voir la figure 1; AMAP. ⁴ Cela a perturbé les régimes météorologiques mondiaux habituels. De l'air très chaud a commencé à pénétrer dans l'Arctique et de l'air très froid se déplace parfois jusque dans la partie sud des États-Unis. ⁵ La glace et la neige reflètent la chaleur du soleil tandis que l'eau libre et la terre l'absorbent. Avec moins de glace de mer, il y a plus d'océan libre de glace pour absorber la chaleur. En outre, une saison de neige plus courte signifie que la terre absorbe davantage de chaleur. Cette rétroaction de la chaleur de la surface de la Terre vers l'atmosphère accélère le réchauffement. Par conséquent, l'Arctique subit les effets directs du réchauffement plus que tout autre endroit sur Terre. Nous commençons tout juste à comprendre

comment ce réchauffement a un impact sur les communautés et les écosystèmes de l'Arctique.

L'augmentation de la chaleur dans l'atmosphère provoque des phénomènes météorologiques extrêmes dans le monde entier, notamment des vagues de chaleur inhabituelles, des sécheresses, des ouragans et des incendies de forêt plus fréquents et plus chauds. ⁶ Ces phénomènes sont moins fréquents dans l'Arctique que dans le Sud, mais les récentes vagues de chaleur en Sibérie, la multiplication des incendies dans la toundra et l'augmentation de la force des vents et des tempêtes montrent que les phénomènes météorologiques extrêmes dans l'Arctique sont en augmentation. ⁷ Compte tenu de la lenteur de nos progrès en matière de réduction de la pollution atmosphérique, on peut s'attendre à ce que le climat arctique continue à se réchauffer ⁸ et que les phénomènes météorologiques arctiques extrêmes deviennent probablement plus fréquents et plus intenses, ce qui aura des répercussions importantes sur les communautés nordique.



Changement de la température annuelle moyenne de 1971 à 2019

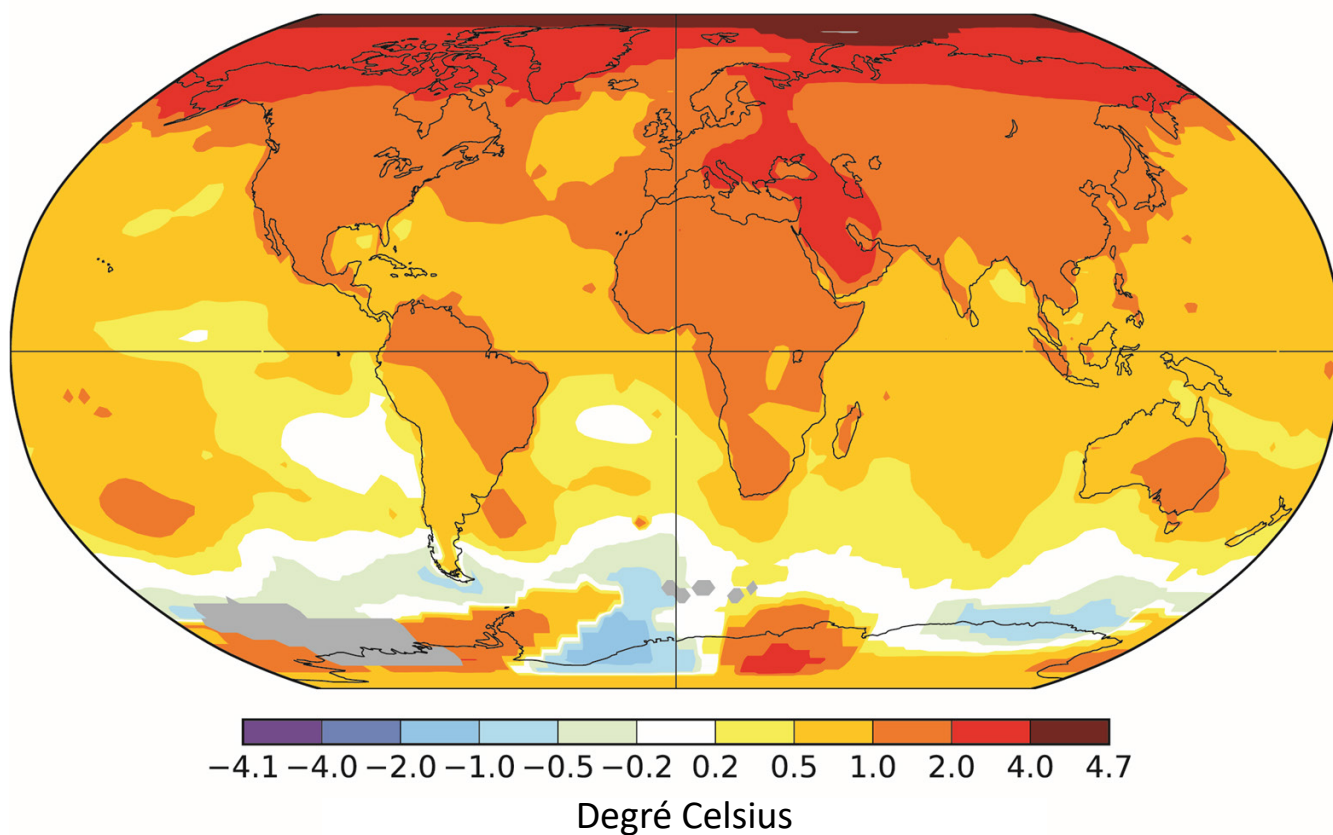


Figure 1 : Évolution de la température annuelle moyenne de 1971 à 2019. ⁹ Les zones de la planète qui se sont le plus réchauffées sont indiquées en rouge.

Encadré no 1 sur le savoir autochtone : Changements météorologiques observés dans tout le Nunavut (Gjoa Haven, Inuvik et Clyde River)

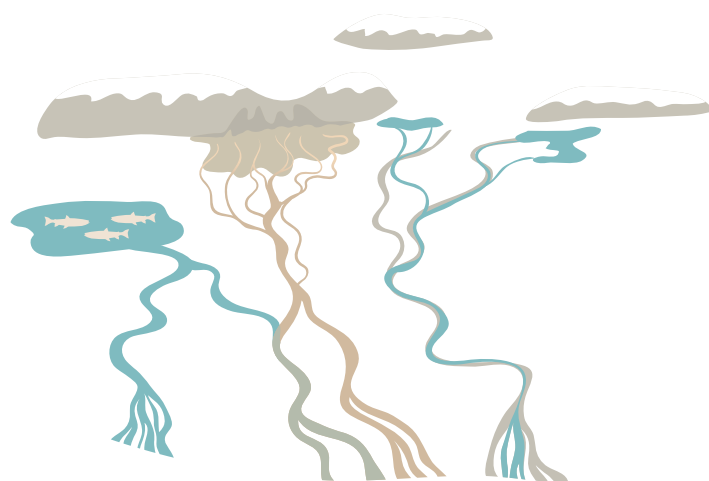
Discussions tirées de l'atelier sur le savoir autochtone, le 7 juillet 2021

Les peuples autochtones et les habitants du Nord constatent que les conditions météorologiques changent dans l'Arctique. À Inuvik, la glace de mer a changé et les conditions météorologiques sont moins prévisibles. À Gjoa Haven, on observe une augmentation de la quantité de nuages, des changements dans les précipitations et des différences dans la durée de la fonte des neiges. De plus, des différences d'épaisseur de la glace de mer ont été observées, alors que l'année dernière, la glace a été exceptionnellement épaisse et est restée plus longtemps. À Clyde River, les conditions météorologiques sont plus douces, ce qui entraîne une formation de la glace plus tardive que celle observée au cours des décennies précédentes, une saison de débâcle plus longue et une fonte des neiges plus précoce. La glace et la pluie ont changé. Il y a moins de neige qu'il y a vingt ans, et moins de blizzards, de vents froids du Nord et de températures froides en général. De plus, Clyde River avait l'habitude de connaître des blizzards qui duraient une à deux semaines et maintenant les blizzards ne durent qu'une ou deux journées, et la direction du vent vient moins régulièrement du Nord.

Comment les changements climatiques touchent-ils à la glace de mer, au pergélisol, à la neige, aux lacs et aux rivières dans la région de Kitikmeot?

La température est pour les écosystèmes arctiques le facteur le plus important.

La température de l'air contrôle tous les aspects des écosystèmes arctiques, y compris la vitesse à laquelle les plantes se développent, les types de plantes et d'animaux qui peuvent survivre, le moment où la glace des lacs, des rivières et des océans prend et se rompt, la profondeur et la saison de la glace de mer, et la profondeur du dégel du sol. Avec la hausse des températures, les plantes se développent plus rapidement, les arbustes sont plus abondants, de nouveaux types d'animaux apparaissent, les lacs et les rivières fondent plus tôt, la glace de mer prend et le dégel du sol est plus profond (comme le montre l'infographie sur les impacts du changement climatique).



Encadré no 2 sur le savoir autochtone : Impacts des conditions changeantes dans tout le Nunavut (Gjoa Haven, Inuvik et Clyde River)

Discussions tirées de l'atelier sur le savoir autochtone, le 7 juillet 2021

Au cours des deux dernières années à Gjoa Haven, la végétation est plus riche et plus luxuriante qu'auparavant, peut-être parce que la glace et la neige fondent si lentement. Au printemps 2021, les caribous, les bœufs musqués et les autres animaux sauvages sont plus nombreux à se déplacer sur la glace près de Gjoa Haven plutôt que du côté ouest de l'île King William. Cette abondance pourrait être due au fait que la glace dans la région cette année était plus épaisse et est restée plus longtemps.

Dans la région d'Inuvialuit, les changements du pergélisol et les conditions du sol qui en découlent créent plus d'espace viable pour une végétation plus importante, ce qui entraîne une propagation croissante des plantes à feuilles ou à feuilles caduques, notamment le long du fleuve Mackenzie. Cela semble également entraîner des changements dans la productivité des plantes, comme les baies qui sont variables d'une année à l'autre. Dans la région d'Inuvialuit, des membres des communautés s'inquiètent de se rendre à leurs cabanes parce qu'ils ne sont pas certains des conditions de déplacement, en raison de conditions météorologiques moins prévisibles. Par le passé, il y avait une période prévisible de l'année pendant laquelle les gens pouvaient sortir, mais cela a changé. Les conditions de sol humide et la fonte ou l'affaissement du pergélisol ont un impact sur les déplacements et les cabanes. On craint également que le ruissellement des eaux provenant du pergélisol n'ait une incidence sur les réseaux d'eau douce. En outre, dans cette région, la hausse du niveau de la mer et l'érosion côtière ont également un impact sur les communautés.

À Clyde River, les mêmes inquiétudes ont été exprimées quant à l'impact des conditions météorologiques sur les itinéraires de déplacement. Ainsi, les anciens itinéraires de déplacement empruntés par nos ancêtres, qui étaient cartographiés, ne sont plus utilisés en raison de l'évolution des conditions dans de nombreuses régions. Les chasseurs et les campeurs doivent faire attention à trouver de nouveaux itinéraires de déplacement, car les cartes des itinéraires ne sont plus utilisables. Les voies sont trop bourbeuses.

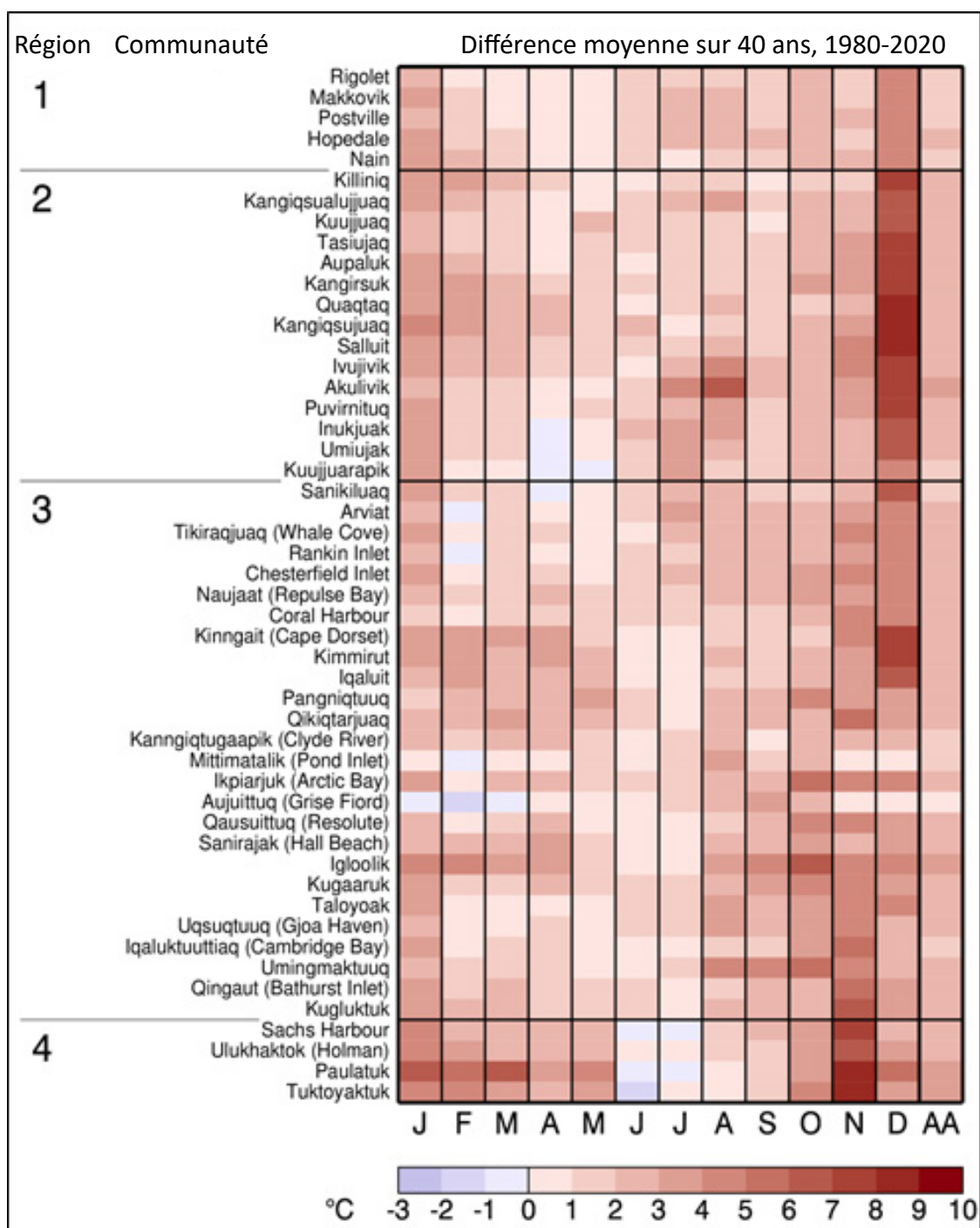


Figure 2 : Évolution des températures dans les communautés nordiques de 1980 à 2020 pour toutes les communautés Inuites du Nunavut et par région : 1 = Nunatsiavut, 2 = Nunavik, 3 = Nunavut, et 4 = Inuvialuit. (Source : Lawrence Mudryk, ECCC).* Les sections en rouge foncé indiquent un plus grand réchauffement.

* Pour chaque communauté, les données indiquées correspondent à la cellule de grille de réanalyse ERA5 la plus proche. Une tendance linéaire est ajustée pour chaque série chronologique spécifique à une communauté entre 1980 et 2020, et l'ampleur de la tendance sur 40 ans qui en résulte est utilisée comme le changement de température moyen qui se serait produit localement depuis 1980. (Analyse et graphique par Lawrence Mudryk, ECCC).

Les communautés de l'Arctique canadien se réchauffent – surtout en hiver

L'Arctique canadien se réchauffe, et certaines zones se réchauffent plus que d'autres (Figure 2). La majeure partie du réchauffement se produit en hiver : décembre au Nunavik, et novembre dans la région d'Inuvialuit. Les étés ne se réchauffent que légèrement dans tout l'Inuit Nunangat.

Les changements de précipitations ont une incidence sur le caribou et le bœuf musqué

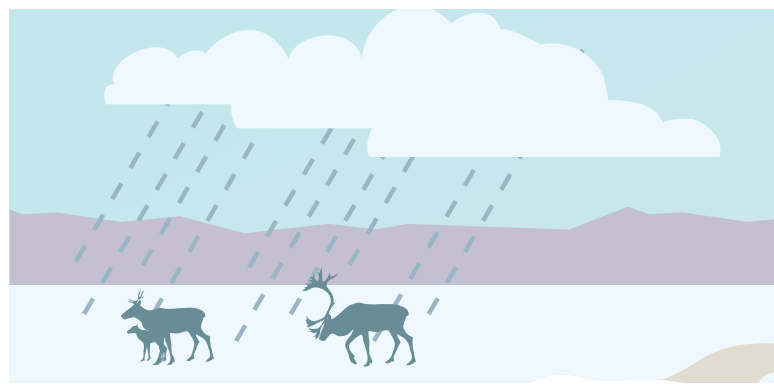
Les précipitations dans l'Arctique ont légèrement augmenté.¹⁰ Il pleut sur les terres enneigées plus souvent qu'avant. La pluie sur la neige cause des difficultés aux caribous et aux bœufs musqués, car ils doivent briser la glace pour atteindre leur nourriture. Des groupes de ces animaux ont été retrouvés morts à cause de cela.^{11, 12} Lorsque la pluie tombe sur la neige, celle-ci n'isole pas aussi bien le sol. Cela stresse les petits mammifères car il fait plus froid sous la neige, là où ils vivent en hiver.¹³

La saison de neige est écourtée

La neige a évolué de différentes manières dans tout l'Arctique. Dans l'ensemble, la période pendant laquelle la neige est au sol est écourtée.¹⁴ Cela s'explique par le fait que la neige fond plus tôt au printemps. Les températures printanières plus douces allongent la saison de développement des plantes, qui peuvent ainsi croître davantage.

Le pergélisol se réchauffe et dégèle

Le pergélisol consiste en un mélange de sol et de roche qui reste gelé pendant deux années consécutives ou plus.¹⁵ Il y a du pergélisol dans la majeure partie de l'Arctique. Il existe depuis des milliers d'années et sa profondeur atteint des centaines de mètres à certains endroits. Les températures du pergélisol augmentent à mesure que l'air se réchauffe.¹⁶ La profondeur du sol qui dégèle chaque année (la couche active) augmente,¹⁷



et une partie du pergélisol est en train de dégeler. Sur des pentes abruptes, le dégel du pergélisol provoque des glissements de terrain. Ceux-ci peuvent être mineurs ou très importants. Ils bloquent temporairement les cours d'eau et provoquent l'écoulement de boue dans ceux-ci.¹⁸ Cela stoppe les déplacements des poissons, dégrade l'habitat des poissons et la qualité de l'eau à proximité du glissement, et touche les lacs et les zones côtières en aval.

Les plantes arctiques évoluent de manière complexe

Des recherches montrent que le réchauffement climatique entraîne une croissance accrue de certaines plantes de l'Arctique.¹⁹ Dans les zones méridionales de l'Arctique, les arbustes tels que les saules et les aulnes poussent plus rapidement et deviennent plus denses.²⁰ Les carex et les graminées se développent également davantage dans tout l'Arctique.²¹ Pour le moment, les nouvelles espèces végétales ne se déplacent pas vers le nord, à l'exception d'un mouvement limité d'arbres proches de la limite des arbres. À terme, la hausse des températures mondiales entraînera le déplacement d'arbres et autres plantes de la forêt boréale vers le nord, dans l'Arctique.

Le débit des lacs et des rivières change

L'évolution des précipitations et de la fonte des neiges modifie le niveau des lacs, le moment de la débâcle des rivières et la quantité d'eau qu'elles charrient. Les observateurs de l'Arctique ont remarqué des changements dans les conditions de déplacement sur la glace des rivières et des lacs en hiver. Les routes

de glace ont des saisons écourtées, ce qui touche les communautés et les entreprises du secteur industriel. Le débit des rivières atteint son maximum plus tôt au printemps et les débits à la fin de l'été et en hiver ont augmenté.²² Le réchauffement et l'approfondissement de la couche de sol qui dégèle au printemps modifient également les matières que les rivières charrient vers l'océan, notamment le carbone et les nutriments. Cela a un impact sur les réseaux alimentaires des rivières et des océans. Cela peut également avoir une incidence sur l'habitat des poissons en augmentant la température de l'eau, en diminuant la quantité d'oxygène dans l'eau et en modifiant leur approvisionnement en nourriture. Les rivières pour lesquelles on dispose d'enregistrements à long terme du débit ont montré de légères augmentations (rivières Anderson, Burnside et Ellice), de légères diminutions (rivières Coppermine, Tree et Back) ou aucun changement (Freshwater Creek) du débit annuel au cours des 50 dernières années, avec une tendance générale à l'augmentation du débit au printemps et à l'automne, et à la diminution du débit en été.²³

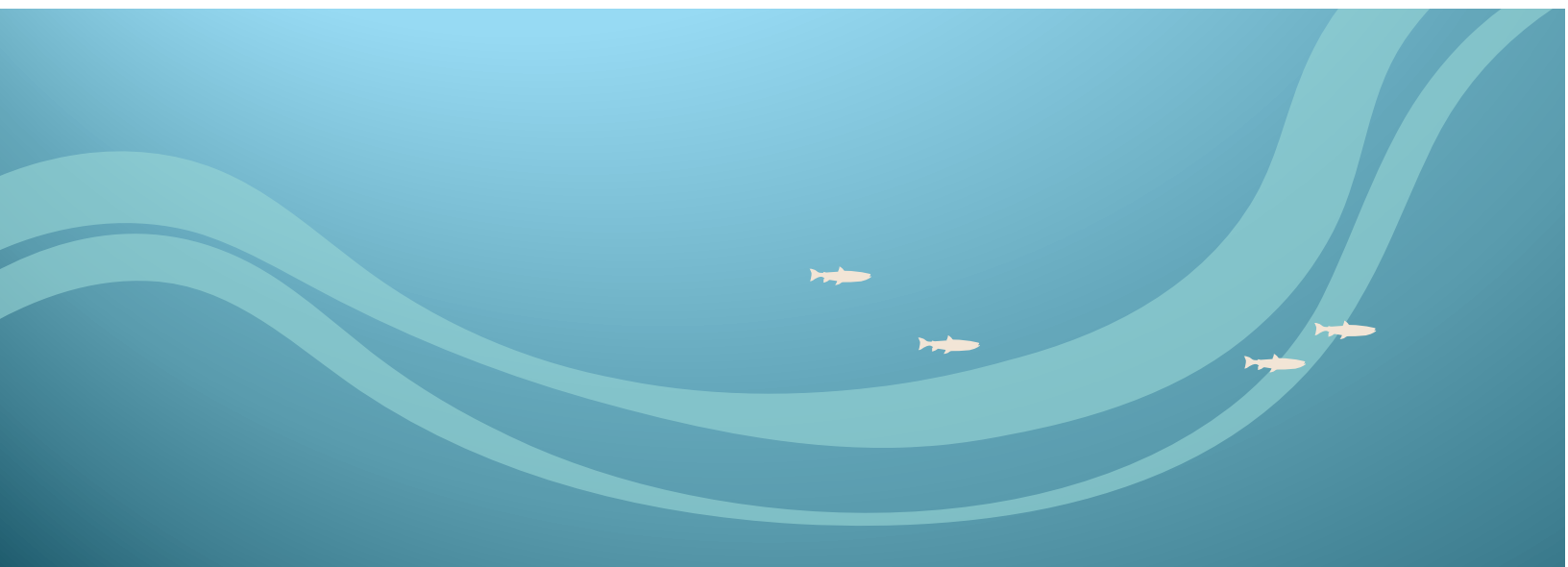
L'eau des océans change, ce qui a des impacts sur la vie océanique

Les effets des changements climatiques sur la terre et dans l'atmosphère ont une incidence sur l'océan. Dans l'océan, les eaux de différentes profondeurs se mélangent. Ce mélange fait remonter des nutriments

des eaux profondes et augmente la productivité. Les rivières et la fonte de la glace de mer apportent désormais davantage d'eau douce dans l'océan, et cette eau douce supplémentaire empêche l'eau de l'océan de se mélanger. La fonte du pergélisol et l'augmentation des tempêtes ajoutent des sédiments aux eaux côtières et réduisent la quantité de lumière. Cela rend la vie plus difficile pour les plantes microscopiques à la base du réseau alimentaire et a un impact sur les poissons et les mammifères marins. Les eaux de surface de l'Arctique sont devenues plus acides au cours de la dernière décennie.²⁴ Cela pourrait avoir des conséquences importantes pour de nombreux types d'espèces marines, notamment pour l'alimentation des petits poissons.²⁵

L'élévation du niveau de la mer à l'échelle mondiale sera moins importante dans l'Arctique canadien

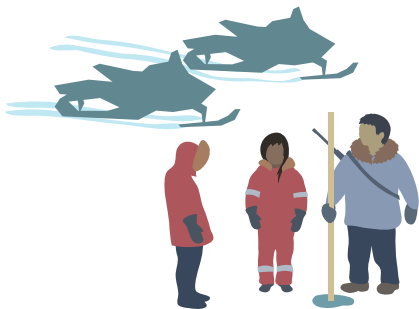
Alors que l'élévation du niveau de la mer, causée en partie par la fonte des glaciers, menace les zones côtières et les îles de faible altitude ailleurs dans le monde, ce ne sera pas un problème important dans la majeure partie de l'Arctique canadien. En effet, le niveau de la mer ne s'élève pas uniformément dans le monde et, dans l'Arctique canadien, les terres continuent de s'élever après avoir été écrasées sous le poids d'énormes glaciers au cours de la dernière période glaciaire.



La glace de mer arctique fond, ce qui nuit à la sécurité des déplacements sur glace

La superficie de la glace de mer arctique au Canada est en déclin depuis 1968.¹⁴ C'est le nord de la mer du Labrador et le détroit d'Hudson qui ont perdu le plus de glace. Partout, il y a moins de glace pluriannuelle, c'est-à-dire une glace épaisse qui a duré au moins deux ans.¹⁴ La glace de mer de première année à proximité de la plupart des communautés côtières de l'Arctique se forme plus tard en automne et fond plus tôt au printemps.

²⁷ La glace de mer qui se forme plus tard en automne est généralement plus rugueuse et plus difficile à parcourir car elle a été perturbée par des vents forts.²⁸ Les marées et les courants influent également sur l'épaisseur de la glace de mer, créant de l'eau libre visible ou de la glace fine invisible cachée par la neige.²⁹



Les changements dans l'Arctique ont des répercussions sur le reste de la planète

Les chercheurs commencent à comprendre comment les changements dans l'Arctique ont des répercussions sur l'ensemble de la planète. Moins de glace de mer et de neige signifie que la terre et l'océan absorbent plus de chaleur. Cela rend non seulement l'Arctique plus chaud en été, mais envoie également des rafales d'air arctique froid loin au sud en hiver. Les changements dans les sols arctiques peuvent également jouer un rôle. Le carbone s'accumule normalement dans les sols arctiques car les étés sont trop froids pour que les bactéries du sol puissent le décomposer. Avec la hausse des températures du sol, les bactéries du

sol décomposent cette réserve de carbone du sol. Cela produit des gaz à effet de serre qui s'ajoutent à l'atmosphère de la Terre, provoquant probablement un réchauffement supplémentaire.^{26, 30} Toutefois, ce processus est complexe et peut être contrebalancé par la croissance accrue des plantes. Les chercheurs ne savent pas encore dans quelle mesure cette décomposition accrue du carbone du sol contribuera au réchauffement de l'atmosphère.³¹ Enfin, les grandes quantités d'eau douce qui se déversent dans les océans de l'Arctique pourraient avoir une incidence sur les grands courants océaniques comme le Gulf Stream, qui réchauffe une grande partie de l'Europe du Nord.³² Ce qui est clair, c'est que « ce qui se passe dans l'Arctique ne reste pas dans l'Arctique ».

Sur quoi devraient porter la recherche et la surveillance?

Pour surveiller les changements dans les océans, les terres, les conditions météorologiques et la glace de mer, les chercheurs doivent répéter les mêmes mesures et observations au fil du temps et rechercher les changements. Il existe de nombreuses méthodes et outils pour enregistrer et rendre compte des changements environnementaux, y compris les observations et les mesures communautaires. Cela peut aller du forage de trous pour mesurer l'épaisseur de la glace de mer à l'observation des changements dans la glace de mer à partir de satellites (comme le montre l'infographie sur la surveillance de l'Arctique canadien). Dans cette section, nous passons en revue les méthodes de surveillance utilisées dans le Nord canadien. Nous examinons également les lacunes dans nos connaissances et suggérons des moyens de travailler ensemble pour les combler.

Surveillance de l'océan

La surveillance des océans dans l'Arctique canadien nécessite l'utilisation d'instruments pour mesurer et collecter des échantillons d'eau. Les chercheurs peuvent le faire à partir de grands navires, comme les brise-glaces de la Garde côtière canadienne,

ou de plus petits navires, comme le navire de recherche *Martin Bergmann* à Cambridge Bay, et même de bateaux de pêche communautaires. Certains instruments, comme des bouées, peuvent être laissés dans l'océan pour enregistrer des données sur de plus longues périodes. Les bouées sont ancrées au fond de la mer et souvent laissées pendant un an ou plus pour mesurer la température, les courants et la salinité (la quantité de sel dans l'eau). Les plus grandes bouées doivent être déployées à partir de navires équipés de grues, mais les instruments plus petits peuvent être déployés en toute sécurité à partir de petits navires, comme le montre la figure 3b. Ocean Networks Canada a commencé à déployer dans l'Arctique des instruments qui envoient des données directement sur Internet.



Leur observatoire sous-marin communautaire à Cambridge Bay en est un bon exemple, comme le montre la figure 3c (<https://data.oceannetworks.ca/Dashboards/id/172>).

La glace de mer est également une excellente plateforme pour prendre des mesures de l'océan. De petits instruments descendus par un trou dans la glace mesurent la température et la salinité de l'océan, comme le montre la figure 3d. Les chercheurs peuvent également prélever des échantillons d'eau à travers la glace. Le programme de surveillance des océans des Rangers canadiens a formé des membres de communautés de l'Arctique occidental à effectuer de telles mesures. La Société des Eiders de l'Arctique gère un programme similaire qui collecte des échantillons l'hiver à Sanikiluaq et dans d'autres communautés de la baie d'Hudson et de la baie James.

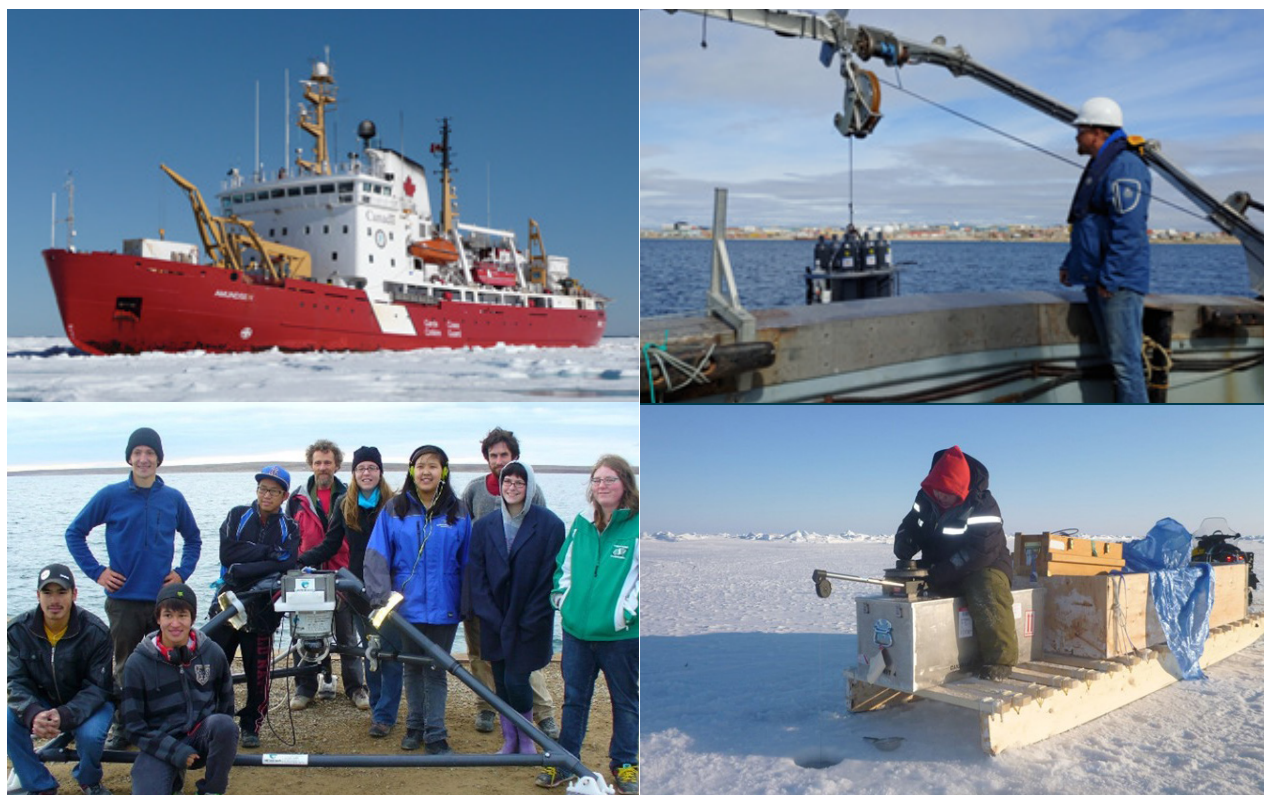


Figure 3 : Activités de surveillance du milieu marin arctique. Le brise-glace de recherche NGCC *Amundsen* (a, en haut à gauche), crédit photo : B. Else; le navire de recherche communautaire *Martin Bergmann* (b, en haut à droite), crédit photo : B. Else; l'observatoire sous-marin d'Ocean Networks Canada (c, en bas à gauche), crédit photo : ONC; un membre du programme de surveillance des océans des Rangers canadiens (d, en bas à droite), crédit photo : D. McLennan.

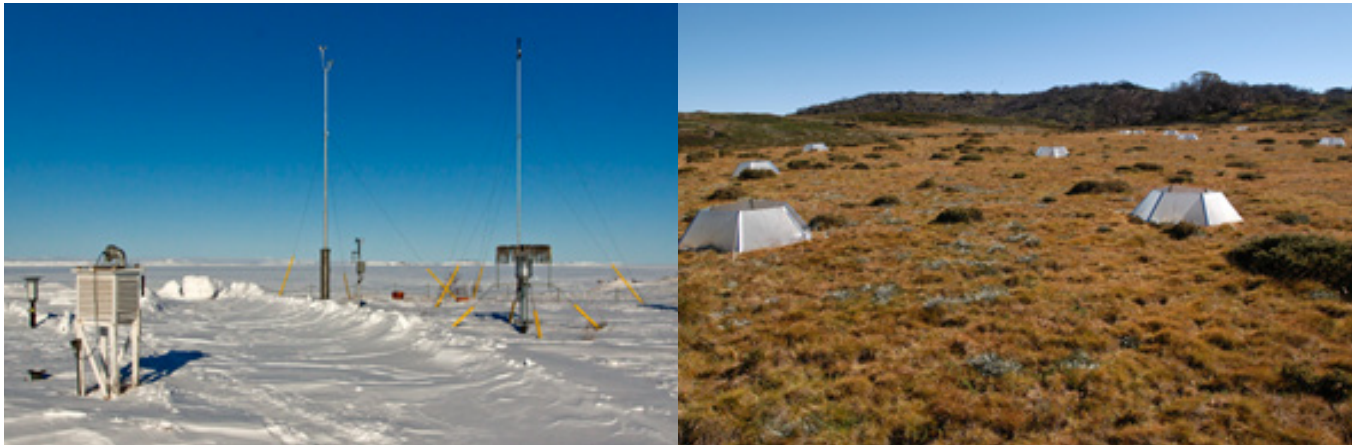


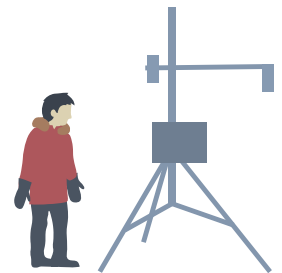
Figure 4 : (a, à gauche) Instruments météorologiques à l'aéroport d'Ulukhaktok; (b, à droite) mini-serres ITEX qui suivent les changements de la végétation de la toundra.

Surveillance sur le terrain

La mesure des facteurs environnementaux qui ont une incidence directe sur les plantes et les animaux est importante pour observer les changements sur la terre, ainsi que dans les lacs et les rivières. Il peut s'agir de la température de l'air, de la vitesse et de la direction du vent, ainsi que de la quantité de pluie et de neige. Dans l'Inuit Nunangat, des organismes gouvernementaux tels qu'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) mesurent ces facteurs météorologiques à l'aide d'instruments météorologiques situés près des aéroports locaux (voir la figure 4a). Le pergélisol et la durée de la saison de croissance doivent également être mesurés. Ressources naturelles Canada (RNC) soutient un réseau de stations de surveillance du pergélisol dans tout l'Arctique. L'Expérience internationale sur la toundra (ITEX) surveille les plantes dans tout le nord circumpolaire depuis de nombreuses années, en comparant la croissance de plantes dans des mini-serres qui imitent le réchauffement climatique à celle de plantes à l'extérieur des serres (Figure 4b).

Environnement et Changement climatique Canada surveille également la chimie (les substances présentes dans l'eau) des principales rivières de l'Arctique et la quantité d'eau qu'elles rejettent

dans l'océan. La mesure du débit permet de mettre en évidence les effets des changements du moment de la fonte des neiges, des quantités de pluie et de neige, de l'érosion du sol due à la fonte du pergélisol et de la température des cours d'eau. Le débit et la température de l'eau des rivières et des cours d'eau sont très importants pour les espèces de poissons comme l'omble qui migrent vers les océans en été.



Seul un petit nombre de lacs arctiques fait l'objet d'une surveillance. Sur l'île Victoria, des chercheurs de l'Université du Québec à Trois-Rivières étudient la température et la chimie lacustres et la façon dont elles ont une incidence sur les plantes et les animaux des lacs. Les chercheurs espèrent apprendre si les changements dans les organismes minuscules (phytoplancton) des lacs ont des répercussions sur la valeur nutritionnelle de la truite grise qui est une source de nourriture importante pour les habitants de Cambridge Bay.

Surveiller la terre et l'océan d'en haut

Les satellites jouent un rôle important dans la surveillance de l'immense zone de l'Arctique canadien. Certains surveillent la terre et la glace de mer. Des satellites optiques utilisent la lumière du soleil pour fournir des images en couleur similaires à une photographie numérique. Des satellites radar utilisent des ondes radio pour produire des images en noir et blanc qui montrent la rugosité de la surface de la terre. Ils fonctionnent bien dans l'obscurité et de mauvaises conditions météorologiques et peuvent être utilisés toute l'année dans l'Arctique. Habituellement, une image par satellite couvre une zone de plusieurs centaines de kilomètres de large et peut montrer des éléments de quelques mètres de taille. Les chercheurs utilisent ces images pour établir des cartes du type de couverture terrestre (eau, roche nue, végétation), du type de glace de mer, de la température de

surface de l'océan et de la quantité de végétation dans une zone (verdure de la toundra). Les satellites peuvent enregistrer des changements à long terme, comme la diminution de la glace de mer arctique.

Les satellites ne montrent pas toujours les conditions locales de glace pour les déplacements sur la glace de mer. Les conditions de glace locales peuvent varier en fonction des baies abritées, de la banquise, des conditions météorologiques (vent, chutes de neige), des courants et des marées, et de l'emplacement. Des satellites peuvent montrer la rugosité de la glace de mer et les polynies,^{33, 34} mais les communautés ne peuvent pas accéder gratuitement à ces informations.

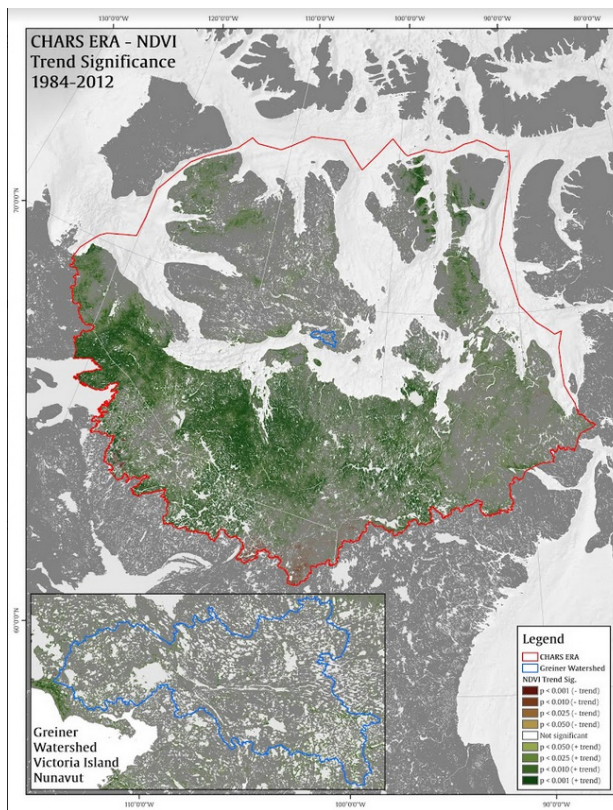
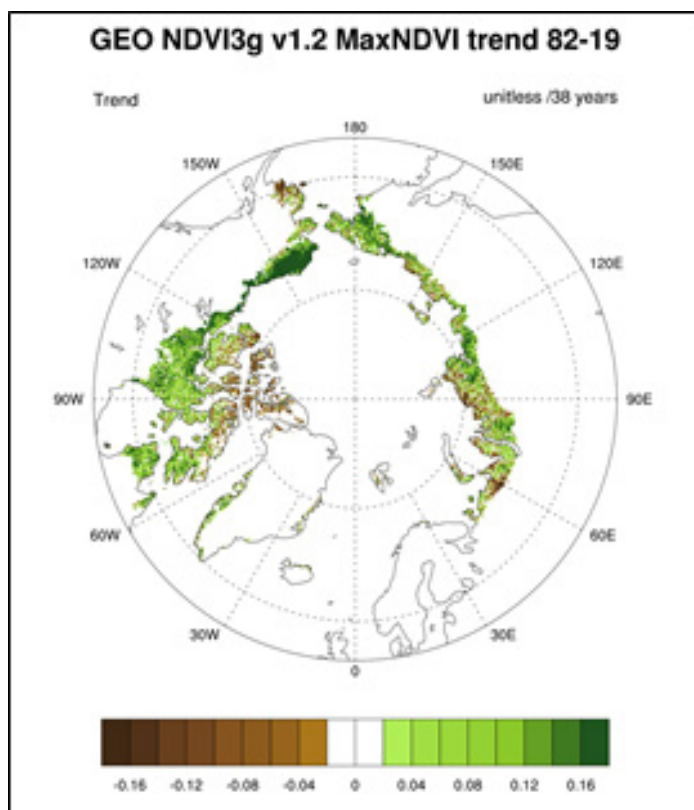
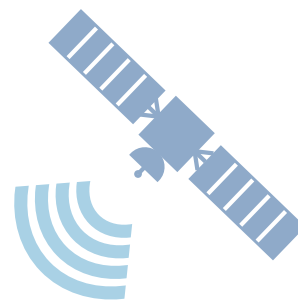


Figure 5 : (a, panneau de gauche) : « verdissement » de la toundra tel que mesuré par des satellites pour l'ensemble de la zone circumpolaire³⁶ et (b, à droite) dans la région de Kitikmeot. Projection par SIG par Blair Kennedy, ECCC-CROC, à partir de données par satellite Landsat (30 m) de la NASA.³⁷

Des satellites optiques montrent que la terre « verdit », ce qui signifie que les plantes de la toundra – en particulier les arbustes – poussent davantage.¹⁹ La figure 5a montre le verdissement autour de la région circumpolaire, et la figure 5b montre le verdissement dans la région de Kitikmeot au Nunavut. Dans les deux cas, le verdissement est généralisé, mais le taux de changement n'est pas le même partout. Cela suggère que toutes les zones ne se réchauffent pas à la même vitesse. Le verdissement autour de Bathurst Inlet et de Kugluktuk pourrait être causé par la disparition plus précoce de la glace de mer.³⁵

La surveillance par avion, hélicoptère et drone est utile pour étudier des zones plus restreintes, telles qu'un bassin versant, un lac ou une baie. Ce sont les drones qui fournissent le plus de détails : ils peuvent par exemple montrer des fissures individuelles dans la glace de mer.

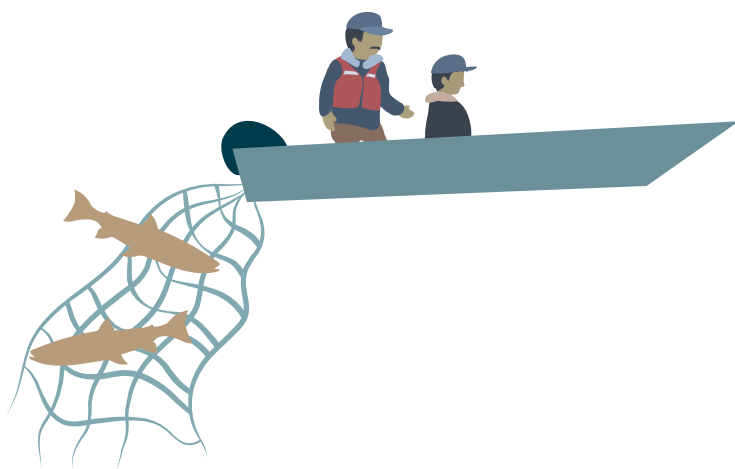
Observations environnementales par des Autochtones

Depuis des millénaires, les peuples autochtones observent les changements environnementaux dans l'Arctique et s'y adaptent, transmettant leur savoir d'une génération à l'autre au moyen d'histoires et de récits oraux. Les Inuits détiennent les seules archives climatiques environnementales à long terme et cohérentes pour l'Arctique canadien. L'Inuit Qaujimajatuqangit n'est pas enregistré dans une base de données. Il réside dans la mémoire collective des détenteurs du savoir inuit, qui transmettent leur

savoir-faire oralement. C'est une source d'histoire du climat qui peut fournir une base de référence pour évaluer les changements et combler les lacunes de la surveillance de l'Arctique.

Les Inuits de Mittimatalik (Pond Inlet), au Nunavut, ont créé des cartes de déplacement sur glace de mer qui indiquent les zones dangereuses et sûres pour l'hiver, le début du printemps et la fin du printemps.³⁸ Ces cartes sont utilisées comme base de référence pour la glace de mer, avec les données par satellites et les cartes des glaces, pour montrer où et quand la glace de mer change. Ceci est très utile pour planifier les déplacements sur la glace de mer.

Certaines observations inuites sur les changements dans les milieux arctiques sont disponibles sous forme écrite. En voici des exemples : *Voices from the Bay*, qui provient de la région de la baie d'Hudson;³⁹ *Thunder on the Tundra*, qui traite des changements touchant à la harde de caribous de Bathurst;⁴⁰ et *The Earth is Faster Now*, qui présente les connaissances de tout le Nord circumpolaire.⁴¹ Grâce au programme d'inventaire des ressources côtières des Programmes des Pêches et de la Chasse au phoque du gouvernement du Nunavut (<https://www.gov.nu.ca/in/node/28010>), les chasseurs inuits de toutes les communautés du Nunavut transmettent leur savoir de l'environnement, des plantes et des animaux. Les observations environnementales peuvent désormais être saisies directement dans des bases de données en direct grâce à des outils en ligne tels que SIKU, qui fonctionne dans l'Inuit Nunangat (<https://siku.org/reports/publication/62>), ELOKA en Alaska et dans l'Ouest de l'Arctique (<https://eloka-arctic.org/welcome>) et, toujours en Alaska, le programme printanier Sea Ice for Walrus (<https://www.arcus.org/siwo>). La surveillance communautaire offre de nombreux avantages; il faut davantage de réseaux de surveillance communautaire dans l'Arctique canadien.⁴²



Encadré n° 3 sur le savoir autochtone : Participation communautaire à la recherche et à la surveillance dans tout le Nunavut (Gjoa Haven, Inuvik et Clyde River)

Discussions tirées de l'atelier sur le savoir autochtone, le 7 juillet 2021

À l'heure actuelle, les projets de recherche et de surveillance touchant au climat sont menés par une combinaison de chercheurs venant de l'extérieur et par des personnes locales et autochtones. Cette recherche menée par la communauté est considérée comme une bonne chose, mais il est important d'être conscient que certaines communautés peuvent se lasser de la recherche.

L'un des principaux moyens pour faire participer les communautés nordiques à des travaux de recherche et de surveillance consiste à leur rendre compte de l'analyse des recherches. Les chercheurs doivent comprendre les préoccupations de la communauté et les points de vue sur le temps, le lieu et l'échelle lorsqu'ils font des prévisions. Parfois, lorsque cela n'est pas fait, il y a un décalage entre les attentes des membres des communautés et les résultats des recherches. Une grande partie de la recherche est de haut niveau et n'est pas liée aux priorités locales.

S'il est courant que les rapports de recherche et les présentations des résultats soient remis aux communautés, il serait bon que l'information soit présentée de manière plus accessible. Ainsi, les informations peuvent être présentées sous forme d'affiches, de vidéos ou de graphiques, ce qui est utile pour les personnes qui utilisent Internet, des téléphones cellulaires ou les médias sociaux. La diffusion des informations à la radio est une bonne chose pour les générations plus âgées. Les informations devraient également être données aux jeunes générations et transmises aux écoles. Les jeunes veulent participer et les informations diffusées auprès des écoles ou dans le cadre de leur programme d'études peuvent inciter la communauté à participer davantage.

Il est reconnu que la participation des communautés à la recherche peut aller au-delà de leur savoir autochtone. Les membres des communautés souhaitent participer à la science des projets, utiliser la technologie et les appareils et être partenaires dans la recherche. Il a été suggéré que des membres de communautés pourraient utiliser la technologie, comme des drones télécommandés ou des capteurs pour vérifier l'épaisseur de la glace de mer. La technologie pourrait également être utilisée pour voir les données. Ainsi, des sites Web comme celui de SmartICE, qui présentent des informations provenant de capteurs collectant des données sur les terrains de chasse locaux, et qui présentent des informations en anglais ou en inuktitut, sont utiles.

Où se trouvent les lacunes dans nos connaissances?

Nous avons encore beaucoup à apprendre sur les effets des changements climatiques sur les environnements de l'Ouest du Nunavut et de l'Est des Territoires du Nord-Ouest. Les indicateurs clés peuvent être observés, mesurés et surveillés. Ils nous renseignent sur l'environnement et son évolution au fil du temps. À titre d'exemple, l'épaisseur de la glace de mer peut nous indiquer si les conditions météorologiques de l'hiver dernier ont été « normales » ou différentes de celles des années précédentes. Le tableau 2 présente certains des indicateurs clés que nous pouvons surveiller pour suivre et comprendre les changements climatiques et il montre certaines des préoccupations régionales qui peuvent être liées à chaque indicateur clé.

Le tableau 2 montre également où se trouvent les lacunes dans nos connaissances. Une surveillance accrue, tant locale que régionale, est nécessaire dans ces domaines. La surveillance fournira des informations permettant d'améliorer notre compréhension des indicateurs clés, afin que nous puissions donner des réponses plus complètes aux questions concernant les préoccupations régionales. Les spécialistes des sciences naturelles doivent travailler avec les détenteurs de savoir autochtone pour mieux comprendre ces indicateurs clés.



Tableau 2 Indicateurs clés des changements environnementaux dans l'Ouest du Nunavut et l'Est des Territoires du Nord-Ouest.

Indicateur clé	Préoccupation régionale	Exemple de lacunes en matière de surveillance et d'observation	Exemple d'activités de surveillance potentielles
Température (atmosphère)	Moins de glace de mer signifie plus de réchauffement de la terre, ce qui a une incidence sur la migration des ombles et les conditions météorologiques et climatiques locales/régionales	La surveillance de la température est souvent limitée aux aéroports communautaires (ECCC)	Installer des capteurs de température autour des communautés pour surveiller et comprendre les changements dans l'environnement
Précipitations (pluie)	Augmentation des épisodes de pluie sur la neige ce qui impacte le pâturage des caribous et les changements dans la quantité de pluie pendant la saison de croissance	La surveillance de la neige et de la pluie est souvent limitée aux aéroports communautaires (ECCC)	Installer des capteurs autour des communautés pour mesurer la pluie et la neige afin de détecter les épisodes de pluie sur la neige et d'enregistrer les changements dans l'humidité du sol
Couverture de neige	Les changements dans l'enneigement ont un impact sur les caribous, les bœufs musqués et les petits mammifères, ainsi que sur la durabilité à long terme de l'approvisionnement en eau potable	La surveillance de la neige est souvent limitée aux aéroports communautaires (ECCC) et à l'imagerie satellite, qui est difficile à utiliser à une échelle communautaire	Financer davantage de programmes élaborés conjointement et dirigés par les communautés, qui mesurent l'épaisseur de la neige et utilisent le savoir inuit et les observations scientifiques des animaux de la toundra
Pergélisol (température du sol)	Les éboulements et les glissements de terrain ont un impact sur l'habitat des poissons et l'effondrement du sol endommage les infrastructures	La surveillance du pergélisol par les gouvernements fédéraux et territoriaux est rare dans tout l'Arctique canadien	Établir des sites de surveillance du pergélisol dans les communautés, en liaison avec des réseaux régionaux et nationaux
Changement de la végétation	La végétation change et cela a un impact sur les sources de nourriture importantes pour les personnes et les animaux	La surveillance terrestre se limite à des domaines spécifiques à la recherche universitaire	Mettre en place une surveillance à long terme de la végétation près des communautés pour suivre les changements dans les cycles et la croissance des plantes
Débit des rivières	Les changements de débit des rivières ont un impact sur les habitats des poissons et les écosystèmes proches du littoral	Il n'y a pas assez d'information sur le débit des rivières de l'Arctique canadien; il en faut plus pour que nous puissions comprendre comment les changements dans le débit de la rivière auront un impact sur la faune et l'environnement	Mesure de routine du débit et de la chimie des rivières dans toute la région, couvrant différents types de bassins de drainage
Nutriments dans les rivières	L'augmentation du ruissellement des terres vers les rivières a un impact sur l'écosystème océanique côtier et l'habitat des poissons	On ne dispose pas de suffisamment d'informations sur la chimie de l'eau dans tout l'Arctique canadien pour comprendre les changements à long terme	Mesure de routine du débit et de la chimie des rivières dans tout l'Arctique, couvrant différents types de bassins de drainage

Tableau 2 continue...

Tableau 2 Indicateurs clés des changements environnementaux dans l'Ouest du Nunavut et l'Est des Territoires du Nord-Ouest.

Indicateur clé	Préoccupation régionale	Exemple de lacunes en matière de surveillance et d'observation	Exemple d'activités de surveillance potentielles
Glace de lac et écosystèmes	Les changements ont une incidence sur la sécurité des déplacements (incertitude quant aux conditions pendant le gel et la fonte), les écosystèmes lacustres et la salubrité de l'eau potable	La surveillance des lacs est principalement axée sur les grands lacs (c.-à-d., le Grand lac des Esclaves)	Mettre en place une surveillance des lacs près des communautés et préoccupants
Température de l'océan	Le réchauffement des eaux côtières a un impact sur le réseau alimentaire marin	Il n'y a pas assez d'enregistrements à long terme pour comprendre et prévoir les changements dans les eaux océaniques de l'Arctique canadien	Mettre en place des capteurs sur bouées ancrées dans l'océan pour surveiller en permanence les eaux profondes et les eaux de surface pendant les saisons sans glace
Chimie de l'océan	L'augmentation de l'acidité de l'océan a un impact sur le réseau alimentaire marin		Mettre en place un système d'observation communautaire dans la région côtière du littoral pour mesurer les paramètres chimiques entre les rivières et l'océan
Glace de mer	Les changements ont une incidence sur la sécurité des déplacements en raison de l'incertitude quant aux conditions pendant le gel et la fonte	Pas assez d'observations de glace de mer pour certaines zones et périodes ; les images satellites sont parfois difficiles à comprendre et difficiles d'accès	Traduire les données des satellites et des cartes des glaces en observations de la glace de mer pertinentes à l'échelle locale et établir des programmes d'observation dirigés par les communautés pour surveiller l'épaisseur et la rugosité de la glace de mer le long des principales routes

Orientations futures : vers un rapprochement des différentes manières de savoir

Comment combler les lacunes de nos connaissances scientifiques pour répondre aux préoccupations des communautés et aux changements futurs dans la région de Kitikmeot, à Ulukhaktok et dans tout l'Arctique canadien? De quels nouveaux outils et

méthodes avons-nous besoin, en particulier dans les communautés? Quels sont les meilleurs moyens pour les scientifiques et les détenteurs de savoir autochtone de travailler ensemble? ⁴³ En tant que groupe de chercheurs en environnement travaillant dans tout l'Arctique canadien, notre groupe de travail a dressé la liste suivante de six possibilités émergentes. Elles nous permettront de recueillir les observations dont nous avons besoin pour mieux comprendre les effets des changements climatiques

dans cette région. Elles établiront des liens entre le savoir autochtone et la science.

1. Développer des partenariats de recherche avec des communautés nordiques qui se concentrent sur des besoins en recherche communautaire, et qui incluent la diffusion et la coproduction des connaissances pour tous les aspects de la recherche sur les changements environnementaux dans la région.
2. Élaborer une nouvelle série d'indicateurs environnementaux avec des détenteurs de droits autochtones. Il s'agirait notamment d'indicateurs élaborés par des détenteurs de savoir autochtone et des scientifiques et qui seraient inclus dans la conception de la recherche. Les indicateurs pourraient être adaptés aux besoins régionaux et locaux.
3. Mettre en place des initiatives de surveillance communautaire avec un soutien à long terme qui renforce les capacités de la communauté et permet la collecte d'observations cohérentes, continues et de grande qualité des principaux indicateurs environnementaux.
4. Créer des occasions pour les jeunes Inuits de participer à des programmes de surveillance et d'utiliser des outils de recherche et des ressources éducatives pour élaborer leurs propres projets dirigés par des jeunes.⁴⁴
5. Élaborer des modèles qui prédisent comment les changements climatiques auront une incidence sur chaque communauté, afin de les aider à s'adapter.
6. Développer des outils pour favoriser un échange bidirectionnel d'informations accessibles au public et simples à utiliser.



Remerciements

Participants, Savoir polaire Canada. Atelier régional sur la planification et l'échange de connaissances. Jeter les bases des relations futures. Atelier des 10 et 11 mars 2020, Atelier en mars 2020 :

Matilde Tomaselli (POLAIRE), Jennifer Sokol (POLAIRE), Jennifer Fresque-Baxter (gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, Environnement et Ressources naturelles), Ellie Adjun (POLAIRE), Kate Broadley (Fuse Consulting), Janine Angohiatok (représentante des jeunes, Cambridge Bay), Bobby Anavilok (vice-président, Kugluktuk Angonaitit Association), Joseph Haluksit (président, Olokhaktomiut Hunters and Trappers Committee), George Angohiatok (vice-président, OCT d'Ekaluktutiak), Willie Aglukkaq (représentant, OCT de Gjoa Haven), Joe Ashevak (président, OCT de Spence Bay), Canute Krejunark (représentant, OCT de Kugaaruk), Ema Qaqqutaq (Kitikmeot Regional Wildlife Board), Nick Amautuniar (interprète), Jason Etuangat (représentant des jeunes, Pangnirtung), François Carrier (POLAIRE), Rafal Stolarz (POLAIRE), Kevin Methuen (gouvernement du Nunavut, ministère de l'Environnement), Elisabeth Jansen-Hadlari (animatrice, Hadlari Consulting), Brent Else (Université de Calgary), Stephanie Taptuna (Commission du Nunavut chargée de l'examen des répercussions), Lynda Orman (POLAIRE) et Ann Balasubramaniam (POLAIRE). Absents ou manquants en raison des conditions météorologiques : Pamela Hakongak Gross (maire, Cambridge Bay), Malik Awan (gouvernement du Nunavut, ministère de l'Environnement), Bert Dean (Nunavut Tunngavik Incorporated) et Donald McLennan (POLAIRE).

Autres participants au groupe de travail sur l'environnement du projet d'évaluation collaborative de Savoir polaire Canada, atelier sur l'établissement de la portée, 6 et 7 mai 2021 : Richard Dewey, Ocean Networks Canada, et Alexandre Langlois, Université de Sherbrooke.

Richard Dewey, Ocean Networks Canada et Alexandre Langlois, Université de Sherbrooke.

La facilitatrice de l'atelier d'échange de savoir autochtone, Madeleine Redfern, Ajungi Arctic Consulting.

Création des infographiques par Kate Broadley de Fuse Consulting.

Le travail d'édition de John Bennett de Savoir polaire Canada.

Les facilitatrices du projet, Samantha McBeth and Ann Balasubramaniam, de Savoir polaire Canada.

Laura Bowley et l'équipe de Neolé.

Références

1. Savoir polaire Canada. Atelier régional sur la planification et l'échange de connaissances – Jeter les bases d'une relation empreinte de respect, 10 et 11 mars 2020, à Cambridge Bay, Nunavut, 2021, pp. ii et 14. Disponible sur : <https://doi.org/10.35298/pkc.2021.RPKSW.fr> <https://www.canada.ca/content/dam/polar-polaire/documents/pdf/knowledge-sharing-forum/knowledge-sharing-forum-fr-web.pdf>.
2. GN et NTI. 2005. Terminology on Climate Change. Government of Nunavut, Department of Culture, Language, Elders and Youth and Nunavut Tunngavik Incorporated. ISBN 1-55325-082-6. Disponible sur : https://climatechangenunavut.ca/sites/default/files/terminolgy_on_climate_change.pdf. [en anglais seulement]
3. Fyfe, J., Gillett, N. et Zwiers, F. 2013. Overestimated global warming over the past 20 years. *Nature Clim Change*, 3:767-769. Disponible sur : <https://doi.org/10.1038/nclimate1972>. [en anglais seulement]
4. AMAP. 2021. Arctic Climate Change Update: Key trends and impacts summary for policy makers. Disponible sur : https://oaarchive.arctic-council.org/bitstream/handle/11374/2621/MMIS12_2021_REYKJAVIK_AMAP_Arctic-Climate-Change-Update-2021-Key-Trends-and-Impacts.-Summary-for-Policy-makers.pdf. [en anglais seulement]
5. Coumou, D., Di Capua, G., Vavrus, S., Wang, L. et Wang, S. 2018. The influence of Arctic amplification on mid-latitude summer circulation. *Nature Communications*. 9:2959. doi: 10.1038/s41467-018-05256-8. [en anglais seulement]
6. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J.B.R., Maycock, T.K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R. et Zhou, B. (eds.). Dans la presse. IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [en anglais seulement]
7. Meredith, M., Sommerkorn, M., Cassotta, S., Derksen, C., Ekaykin, A., Hollowed, A., Kofinas, G., Mackintosh, A., Melbourne-Thomas, J., Muelbert, M.M.C., Ottersen, G., Pritchard, H. et Schuur, E.A.G. 2019. Polar Regions In: *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.). [en anglais seulement]

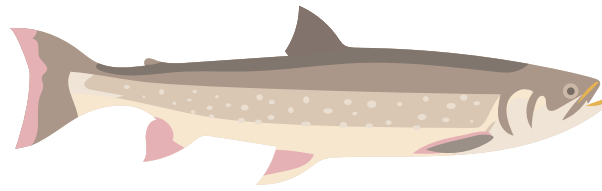
8. Overland, J., Dunlea, E., Box, J.E., Corell, R., Forsius, M., Kattsov, V., Skovgård Olsen, M., Pawlak, J., Reiersen, L.-O., et Wang, M. 2019. The urgency of Arctic change, *Polar Science*. Vol. 21, pp. 6-13. ISSN 1873-9652. Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.polar.2018.11.008>. [en anglais seulement]
9. GISTEMP Team. 2021. GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP), version 4. NASA Goddard Institute for Space Studies. <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>. [en anglais seulement]
10. Vincent, L. A., X. Zhang R. D. Brown, Y. Feng, E. Mekis, E. J. Milewska, H. Wan, et X. L. Wang. Observed Trends in Canada's Climate and Influence of Low-Frequency Variability Modes. *Climate*. 2015 28: 4545–4560. [en anglais seulement]
11. Grenfell, T.C. et Putkonen, J. A method for the detection of the severe rain-on-snow event on Banks Island, October 2003, using passive microwave remote sensing. *Water Resources Research*. 2008 44(W03425), <https://doi.org/10.1029/2007WR005929>. [en anglais seulement]
12. Langlois, A., Johnson, C.-A., Montpetit, B., Royer, A., Blukacz-Richards, E.A., Neave, E., et coll. 2017. Detection of rain-on-snow (ROS) events and ice layer formation using passive microwave radiometry: A context for Peary caribou habitat in the Canadian Arctic. *Remote Sensing of Environment*, 189:84-95. [en anglais seulement]
13. Callaghan, T.V., Johansson, M., Brown, R.D., Groisman, P.Y., Labba, N., Radionov, V. et coll. 2011. Multiple Effects of Changes in Arctic Snow Cover. *AMBIO*, 40:32-45. [en anglais seulement]
14. Derksen, C., Burgess, D., Duguay, C., Howell, S., Mudryk, L., Smith, S., Thackeray, C. et Kirchmeier-Young, M. 2019. Changes in snow, ice, and permafrost across Canada; Chapter 5 in *Canada's Changing Climate Report*, (ed.) E. Bush et D.S. Lemmen; Government of Canada, Ottawa, Ontario, pp. 194-260. [en anglais seulement]
15. Vincent, W.F., Lemay, M. et Allard, M. 2017. Arctic permafrost landscapes in transition: towards an integrated Earth system approach. *Arctic Science*. 3(2):39-64. Disponible sur : <https://doi.org/10.1139/as-2016-0027>. [en anglais seulement]
16. Romanovsky, V.E., Smith, S.L. et Christiansen, H.H. 2010. Permafrost Thermal State in the Polar Northern Hemisphere during the International Polar Year 2007–2009: A Synthesis. *Permafrost and Periglac. Process*. 2010 21: 106-116. doi: 10.1002/ppp.689. [en anglais seulement]
17. AMAP. 2017. Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA) 2017. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. Xiv:269. [en anglais seulement]
18. Chin, K.S., Lento, J., Culp, J.M., Lacelle, D. et Kokelj, S.V. 2016. Permafrost thaw and intense thermokarst activity decreases abundance of stream benthic macroinvertebrates. *Global Change Biology*. Disponible sur : <https://doi.org/10.1111/gcb.13225>. [en anglais seulement]
19. Myers-Smith, I.H., Grabowski, M.M., Thomas, H.J.D., Angers-Blondin, S., Daskalova, G.N., Bjorkman, A.D., Cunliffe, A.M., Assmann, J.J., Boyle, J., McLeod, E., McLeod, S., Joe, R., Lennie, P., Arey, D., Gordon, R. et Eckert, C. 2019. Eighteen years of ecological monitoring reveals multiple lines of evidence for tundra vegetation change. *Ecological Monographs*, 89(2):e01351. 10.1002/ecm.1351. [en anglais seulement]
20. Myers-Smith, I.H., et coll. 2011. *Environ. Res. Lett.*, 6(04):15. [en anglais seulement]
21. Gauthier, G., Berteaux, D. Bety, J., Tarroux, A., Therrien, J.F., MacKinnon, L., Legagneux, P. et Cadieux, M.C. 2010. The tundra food web of Bylot Island in a changing climate and the role of exchanges between ecosystems. *Ecoscience*, 18(3):233-235. [en anglais seulement]
22. Holmes, R.M. et coll. 2018. River Discharge (in Arctic Report Card 2018). Disponible sur : <https://www.arctic.noaa.gov/Report-Card>. [en anglais seulement]
23. Dery et coll., 2016. Recent trends and variability in river discharge across northern Canada. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 20:4801-4818. [en anglais seulement]
24. Steiner, N. et coll. 2015. Observed trends and climate projections affecting marine ecosystems in the Canadian Arctic, *Environ. Rev.*, 23:191-239. [dx.doi.org/10.1139/er-2014-0066](https://doi.org/10.1139/er-2014-0066). [en anglais seulement]
25. Steiner, N.S., et coll. 2019. Impacts of the Changing Ocean-Sea Ice System on the Key Forage Fish Arctic Cod (*Boreogadus Saida*) and Subsistence Fisheries in the Western Canadian Arctic—Evaluating Linked Climate, Ecosystem and Economic (CEE) Models, *Front. Mar. Sci.* Disponible sur : <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00179>. [en anglais seulement]
26. Najafi, M., Zwiers, F. et Gillett, N. 2015. Attribution of Arctic temperature change to greenhouse-gas and aerosol influences. *Nature Clim Change*, 5:246-249. Disponible sur : <https://doi.org/10.1038/nclimate2524>. [en anglais seulement]

27. Stroeve, J.C., Markus, T., Boisvert, L., Miller, J. et Barrett, A. 2014. Changes in Arctic melt season and implications for sea ice loss, *Geophys. Res. Lett.*, 41:1216-1225. doi:10.1002/2013GL058951. [en anglais seulement]
28. Segal, R., Scharien, R.K., Duerden, F. et Tam, C.L. 2020a. “The best of both worlds” – Connecting remote sensing and Arctic communities for safe sea ice travel, *Arctic*. 73(4):461-484. doi: 10.14430/arctic71896. [en anglais seulement]
29. Melling, H., Haas, C. et Brossier, E. 2015. Invisible polynyas: Modulation of fast ice thickness by ocean heat flux on the Canadian polar shelf, *J. Geophys. Res. Oceans*, 120 :777-795. doi:10.1002/2014JC010404. [en anglais seulement]
30. Schuur, E.A.G., McGuire, A.D., Schädel, C., Grosse, G., Harden, J.W., Hayes, D.J., et coll. 2015. Climate change and the permafrost carbon feedback. *Nature*, 520(7546):171-179. <https://doi.org/10.1038/nature14338>. [en anglais seulement]
31. Wieder, W.R., Sulman, B.N., Hartman, M.D., Koven, C.D. et Bradford, M.A. 2019. Arctic soil governs whether climate change drives global losses or gains in soil carbon. *Geophysical Research Letters*. 46, 486-495. Disponible sur : <https://doi.org/10.1029/2019GL085543>. [en anglais seulement]
32. Holliday, N.P., Bersch, M., Berx, B., Chafik, L., Cunningham, S., Florindo-López, C., Hátún, H., et coll., 2020. Ocean circulation causes the largest freshening event for 120 years in eastern subpolar North Atlantic. Disponible sur : <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14474-y>. [en anglais seulement]
33. Murashkin, D., Spreen, G., Huntemann, M. et Dierking, W. 2018. Method for detection of leads from Sentinel-1 SAR images. *Annals of Glaciology*, 59(76pt2):124-136. doi:10.1017/aog.2018.6. [en anglais seulement]
34. Segal, R., Scharien, R., Cafarella, S. et Tedstone, A. 2020b. Characterizing winter landfast sea-ice surface roughness in the Canadian Arctic Archipelago using Sentinel-1 synthetic aperture radar and the Multi-angle Imaging SpectroRadiometer. *Annals of Glaciology*, 61(83):284-298. doi:10.1017/aog.2020.48. [en anglais seulement]
35. Fauchald, P., Park, T., Tommervik, H., Myeni, R. et Hausner, V.H. 2017. Arctic greening from warming promotes declines in caribou populations. *Science Advances*, 3: e1601365. [en anglais seulement]
36. Frost, G.V., et coll. 2020. Tundra Greenness. NOAA Arctic Report Card 2020. Disponible sur : <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/27903>. [en anglais seulement]
37. Ju, J. et Masek, J.G. 2018. ABoVE: NDVI Trends across Alaska and Canada from Landsat, 1984-2012. ORNL DAAC, Oak Ridge, Tennessee, USA. Disponible sur : <https://doi.org/10.3334/ORNLDAAC/1576>. [en anglais seulement]
38. Wilson, K.J., Arreak, A., Sikumiut Committee, Bell, T. et Ljubicic, G.J. 2021. The Mittimatalik Siku Asijjipallianinga (Sea Ice Climate Atlas): How Inuit Knowledge, Earth Observations, and Sea Ice Charts Can Fill IPCC Climate Knowledge Gaps. *Front. Clim.*, 3:715105. doi:10.3389/fclim.2021.715105. [en anglais seulement]
39. MacDonald, M., Arragutainaq, L. et Novalinga, Z. 1997. Voices From the Bay: Traditional Ecological Knowledge of Inuit and Cree in the Hudson Bay Bioregion, Canadian Arctic Resources Committee, and the Environmental Committee of Municipality of Sanikiluaq, p. 100. Disponible sur : <https://arcticeider.com/product/voices-from-the-bay-traditional-ecological-knowledge-of-inuit-and-cree-in-the-hudson-bay-bioregion/>. [en anglais seulement]
40. Thorpe, N., Hakongak, N., Eyegetok, S. and the Kitikmeot Elders. 2011. Thunder on the Tundra: Inuit Qaujimajatuqangit of the Bathurst Caribou, Vancouver, Tuktu and Nogak Project, p. 208. [en anglais seulement]
41. Krupnik, I. et J. Dyanna (eds.). 2002. The Earth is Faster Now: Indigenous Observations of Arctic Environmental Change. Fairbanks, Alaska: Arctic Research Consortium of the United States. pp. 384. ISBN 0-9720449-0-6. [en anglais seulement]
42. Johnson, N., Alessa, L., Behe, C., Danielsen, F., Gearheard, S., Gofman-Wallingford, V., Kliskey, A., Krümmel, E.M., Lynch, A., Mustonen, T., Pulsifer, P. et Svoboda, M. 2020. The Contributions of Community-Based Monitoring and Traditional Knowledge to Arctic Observing Networks: Reflections on the State of the Field. 2015 ARCTIC, Vol. 68, Suppl. 1. Disponible sur : <http://dx.doi.org/10.14430/arctic4447>. [en anglais seulement]
43. Wong C., Ballegooyen, K., Ignace, L., Johnson, M.J.(G.) et Swanson, H. 2020. Towards reconciliation: 10 Calls to Action to natural scientists working in Canada. *FACETS* 2020, 5: 769-783. doi:10.1139/facets-2020-0005. [en anglais seulement]
44. Pedersen, C., et coll. 2020. SclQ: An invitation and recommendations to combine science and Inuit Qaujimajatuqangit for meaningful engagement of Inuit communities in research, *Arctic Science* 2020 ,6: 326-339. dx.doi.org/10.1139/as-2020-0015. [en anglais seulement]





L'omble chevalier dans un Nord en mutation rapide



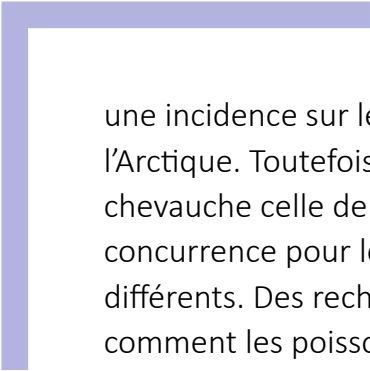
Résumé

Le poisson est au cœur de la culture, de la sécurité alimentaire et de la santé des Inuits, et ce, depuis des millénaires. L'omble chevalier est un aliment de base dans tout l'Inuit Nunangat. Les petites pêcheries commerciales d'ombles chevaliers fournissent des emplois dans certaines communautés.

Les recherches ont montré que les conditions de la glace de mer, la température, la salinité, les proies et éventuellement les prédateurs, peuvent tous influencer sur l'endroit où va l'omble chevalier dans l'océan ainsi que sa santé. La température compte parmi les plus importantes conditions. L'omble chevalier peut réagir au réchauffement des eaux océaniques. Une saison de glace de mer écourtée peut mener l'omble chevalier anadrome à migrer plus tôt vers l'océan et y passer plus de temps à se nourrir. Il peut rester plus longtemps en eaux plus profondes, dans les températures plus fraîches qu'il préfère. Il peut passer plus de temps loin du rivage car les eaux peu profondes près de la terre se réchauffent.

En eaux plus chaudes, l'omble chevalier doit manger davantage. En eaux plus froides, l'omble chevalier a besoin de moins de nourriture. C'est peut-être la raison pour laquelle il s'éloigne du rivage ou se déplace en eaux plus profondes et plus fraîches plus tard en été.

Les changements dans son régime alimentaire peuvent signifier que la nourriture disponible pour lui change. Le réchauffement récent et le recul de la glace de mer ont amené des espèces de poissons du sud, comme le capelan et le saumon, dans les eaux arctiques. Les experts des communautés surveillent ces nouveaux arrivants – certains ont observé que la chair des ombles chevaliers qui mangent du capelan a tendance à être plus pâle – mais on ne sait toujours pas comment ils touchent à l'omble chevalier et aux autres espèces arctiques. Le saumon qui se déplace vers le nord peut avoir

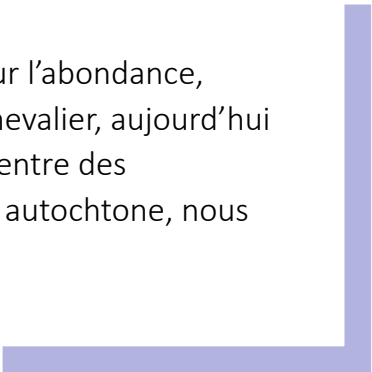


une incidence sur les ombles chevaliers vivant dans les parties plus au sud de l'Arctique. Toutefois, l'aire de répartition méridionale du saumon atlantique chevauche celle de l'omble chevalier, et les deux espèces ne se font pas concurrence pour les zones de frai, car elles fraient dans des types d'habitats différents. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour savoir comment les poissons du sud se déplaçant vers le nord nuisent à l'omble chevalier.

Une débâcle plus précoce a amélioré l'état de l'omble chevalier dans certaines zones, peut-être parce qu'il a plus de temps pour se nourrir dans l'océan.

Les quantités de polluants organiques persistants, tels que les BPC, sont en baisse dans l'omble chevalier. Le mercure, qui existe à l'état naturel, peut augmenter dans l'environnement à cause des barrages et de l'exploitation minière. C'est une préoccupation au Nunatsiavut. La recherche montre que les taux de mercure dans l'omble chevalier anadrome sont très faibles, bien en dessous des quantités autorisées par les recommandations fixées pour la vente commerciale. Les ombles chevaliers qui ne migrent jamais vers l'océan, notamment ceux qui vivent dans les petits lacs, sont plus susceptibles de présenter des taux plus élevés.

Nous devons mieux comprendre les facteurs qui influent sur l'abondance, l'accessibilité, la qualité et la stabilité des stocks d'omble chevalier, aujourd'hui et à l'avenir. Grâce à des partenariats solides et équitables entre des chercheurs, des communautés et des détenteurs du savoir autochtone, nous parviendrons à cette compréhension.



Auteurs et contributeurs

Les N. Harris *

Pêches et Océans Canada, 501 University Crescent,
Winnipeg, MB, R3T 2N6

Les.N.Harris@dfo-mpo.gc.ca

Jean-Sébastien Moore *

Université Laval, 1030, av. de la Médecine,
Québec QC G1V 0A6

jean-sebastien.moore@bio.ulaval.ca

Karen Dunmall

Pêches et Océans Canada

Marlene Evans

Environnement et Changement climatique Canada

Marianne Falardeau

Université Laval

Colin P. Gallagher

Pêches et Océans Canada

Matthew Gilbert

Université du Nouveau-Brunswick

Tiff-Annie Kenny

Université Laval

Darcy McNicholl

Pêches et Océans Canada

Norman Mike**

Pangnirtung, Nunavut

George Lyall**

Nain, Nunatsiavut

Laurent Kringayark**

Naujaat, Nunavut

* Auteurs correspondants/ co-premier auteurs

** Détenteurs du savoir autochtone

Information sur la citation

Harris, L., Moore, J.-S., Dunmall, K., Evans, M., Falardeau, M., Gallagher, C., Gilbert, M., Kenny, T., McNicholl, D., Norman, M., Lyall, G. et Kringayark, L., 2022, L'omble chevalier dans le Nord en mutation rapide. Savoir polaire : Rapport Aqhaliat, volume 4, Savoir Polaire Canada, p. 34–57. DOI: 10.35298/pkc.2021.02.fra

FACTEURS LIÉS À LA QUALITÉ

PCBS
DDTs
Hg

Dans l'ensemble, les niveaux de contaminants dans l'omble chevalier sont faibles et ont tendance à être beaucoup plus faibles chez ceux qui migrent vers la mer.



La couleur rouge de la chair de l'omble chevalier provient de certaines des proies marines qu'il mange.



L'omble chevalier est riche en acides gras oméga-3 nutritifs.

De nombreux facteurs façonnent l'accès, la disponibilité, la qualité et la stabilité de l'omble chevalier.

CHANGEMENT CLIMATIQUE

PRÉCIPITATION

Le réchauffement des températures peut affecter les habitats d'eau douce, y compris la réduction du débit des cours d'eau.

VENT

Les conditions météorologiques changeantes peuvent affecter l'accès à la pêche.

Conditions marines

MOMENT DE LA RUPTURE

Les déplacements vers des eaux plus profondes peuvent réduire l'accès des pêcheurs.

CHANGEMENTS DANS L'UTILISATION DE L'HABITAT

Certains ombles chevaliers peuvent se déplacer plus profondément et plus loin au large en été à mesure que le changement climatique progresse.

La préférence pour les eaux plus froides peut aider l'omble chevalier à maintenir son taux de croissance.

L'omble chevalier mange une grande variété de proies marines.

Les amphipodes (petits animaux ressemblant à des crevettes) sont des aliments importants pour l'omble chevalier partout dans le monde.

DIÈTE

Le saumon peut rivaliser pour la nourriture.

Le régime alimentaire de l'omble chevalier peut changer à mesure que des espèces comme le capelan deviennent plus abondantes.

LE SAUMON EST SÉLECTIONNÉ DANS LES MÊMES FILETS QUE LES ESPÈCES ARCTIQUES.

Le saumon est capturé dans les mêmes filets que les espèces arctiques.

Le saumon peut interagir avec l'omble chevalier dans les habitats d'eau douce et marins.

La présence de saumons augmente dans l'Arctique canadien et de plus en plus d'espèces de saumons apparaissent.

CYCLE DE VIE DE L'OMBLE ARCTIQUE

L'HIVER
eau douce

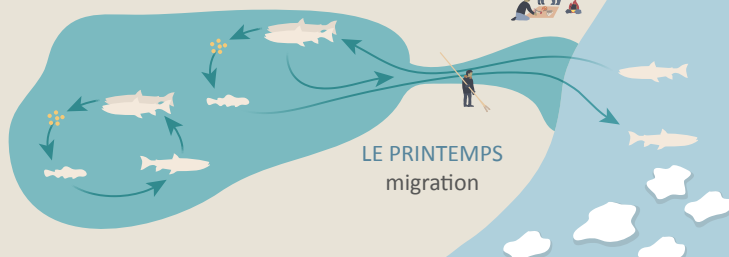
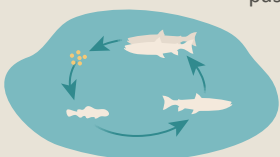
L'AUTOMNE
migration

LE PRINTEMPS
migration

ÉTÉ
alimentation marine

Certains ombles chevaliers résidents et enclavés passent toute leur vie en eau douce.

L'omble chevalier anadrome fraie et hiverne dans un habitat d'eau douce.





Introduction

Le poisson est au cœur de la culture, de la sécurité alimentaire et de la santé des Inuits depuis des millénaires. Abondant, nutritif et apprécié pour sa saveur, le poisson – en particulier l’omble chevalier – est un aliment de base dans les communautés de tout l’Inuit Nunangat.

À la grandeur de l’Inuit Nunangat, les Inuits pêchent et consomment différents types de poissons, dont le Dolly Varden, le touladi et le corégone. Toutefois, au Nunavut, c’est l’omble chevalier qui est le plus récolté dans toutes les communautés.¹ Il s’agit d’une source alimentaire locale très importante, dont la valeur culturelle est élevée. Remplacer l’omble chevalier par des aliments du marché coûterait environ 7,2 millions de dollars par an.² De plus, l’omble chevalier fait l’objet d’une pêche commerciale qui emploie des dizaines de Nunavummiut et dont le quota est d’environ 677 220 kg. Il existe 200 autres quotas commerciaux disponibles, mais beaucoup ne sont pas utilisés. Certaines communautés aimeraient développer la pêche pour fournir plus d’emplois.

L’omble chevalier est le poisson d’eau douce le plus septentrional au monde. Les ombles qui vivent dans des lacs sans accès à l’océan sont appelés « ombles chevaliers confinés aux eaux intérieures ». Certains, connus sous le nom d’omble chevalier anadrome,

vivent dans des lacs ayant accès à l’océan et migrent vers l’océan en été. D’autres, appelés « résidents d’eau douce », vivent dans des lacs reliés à l’océan, mais sans jamais y migrer. Dans les communautés inuites, le poisson anadrome est le plus important pour les récoltes de subsistance et commerciales. Dans l’Arctique, les eaux marines contiennent généralement de plus grosses proies invertébrées que les eaux douces, de sorte que le poisson anadrome devient plus gros.³ Les changements climatiques peuvent augmenter la quantité de nourriture pour l’omble vivant en eau douce, et certaines études suggèrent que le nombre de résidents d’eau douce pourrait augmenter tandis que le nombre de poissons anadromes diminue.⁴ Cela pourrait avoir une incidence sur les pêcheries, car le poisson anadrome est plus gros et a plus de valeur.

Le présent document donne des informations sur certaines des recherches récentes sur l’omble arctique, en se concentrant principalement sur l’omble anadrome. Il aborde les questions thématiques élaborées lors d’un *atelier régional sur la planification et l’échange de connaissances* (voir Méthodes de l’évaluation collaborative). Un tableau à la fin montre comment les informations écologiques sont liées à la sécurité alimentaire.

Utilisation de l'habitat de l'omble chevalier et comment il pourrait changer à l'avenir

L'omble chevalier anadrome du Nord écloit en eau douce et reste dans les lacs et les cours d'eau pendant quatre à sept ans.^{5,6} Il migre ensuite vers l'océan pour se nourrir.^{5,7} Avant l'hiver, lorsque l'eau de mer devient trop froide pour sa survie, il retourne en eau douce.^{5,7,8}

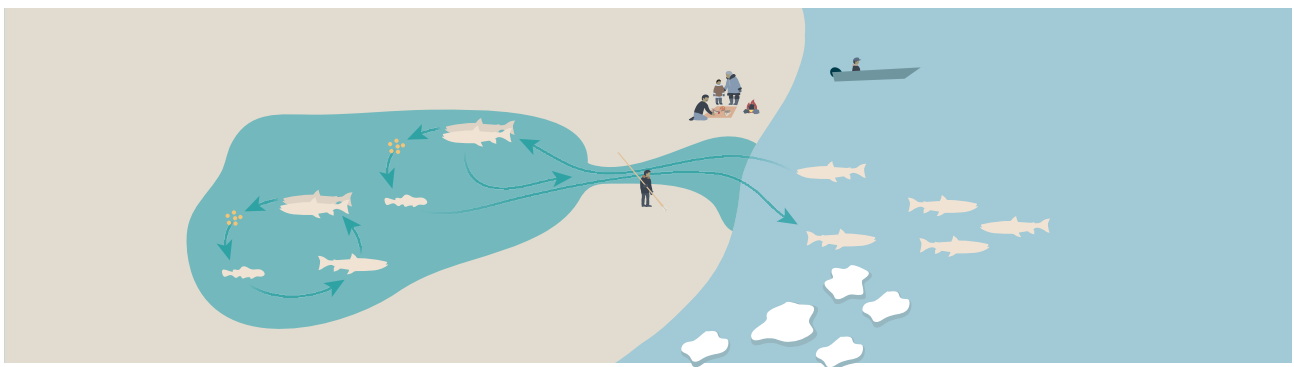
L'omble chevalier effectue ainsi cette migration tout au long de sa vie, et il peut vivre plus de 30 ans. Il se reproduit plusieurs fois, contrairement à son proche, le saumon du Pacifique, qui meurt après le frai. L'omble chevalier ne tolère pas bien l'eau très salée, il ne peut donc pas vivre longtemps dans l'eau de mer non diluée.

Déplacement et utilisation de l'habitat dans l'océan

L'omble chevalier migre généralement vers l'océan au moment de la débâcle en rivière au printemps, alors que la glace de mer est encore présente. Il retourne en rivière vers la fin août.^{9,10} Nous avons amélioré notre compréhension des déplacements de l'omble chevalier en suivant un petit nombre d'entre eux à l'aide de balises, implantées sous leur peau, qui envoient un signal acoustique.⁹ D'autres études ont permis de marquer des centaines ou des milliers de poissons avec des étiquettes d'identification en plastique, ce qui a fourni des informations précieuses sur les schémas de migration. Quelques ombles ont été recapturés à des centaines de kilomètres de l'endroit où ils avaient été marqués.¹¹

Cette recherche a montré que les conditions de la glace de mer, la température, la salinité, les proies, et éventuellement les prédateurs, peuvent tous avoir une influence sur les endroits où l'omble chevalier se rend dans l'océan.^{12,13} Elle a aussi clairement démontré ces schémas :

- Lorsqu'il est dans l'océan, l'omble chevalier passe la plupart de son temps dans les estuaires (là où les rivières se jettent dans l'océan), préférant souvent ces habitats jusqu'à ce que la glace de mer disparaisse.^{12,13} Dans certaines zones, cela coïncide avec les grandes marées.
- L'omble reste près de la côte (généralement à moins d'un kilomètre) et demeure dans un estuaire pendant quelques jours avant de se déplacer rapidement vers l'estuaire suivant. Les scientifiques ne sont pas certains de la raison pour laquelle l'omble préfère les estuaires : il pourrait préférer l'eau plus chaude et moins salée près des rivières. Il peut aussi y avoir plus de nourriture dans les estuaires.
- L'omble chevalier se tient généralement à un ou trois mètres de la surface.¹⁴ La couche supérieure de l'océan est la plus chaude et la moins salée, et la plupart de ses proies y vivent. Les poissons plongent occasionnellement sous les 30 mètres de profondeur, probablement pour se nourrir de proies dans des eaux plus profondes. Comme l'eau est plus froide et plus salée à ces profondeurs, les poissons retournent rapidement à la surface. Plus tard en été, l'omble chevalier se déplace plus profondément dans l'océan¹² et peut-être plus loin de la côte.
- L'omble chevalier passe la journée plus en profondeur et remonte la nuit, probablement pour se nourrir de proies qui font de même.^{12,13}



À partir de ces informations, nous pouvons prédire comment l'omble chevalier pourrait réagir au réchauffement des eaux de l'océan Arctique :

- Si la glace des rivières se rompt plus tôt et se forme plus tard, les poissons peuvent migrer vers l'océan plus tôt et y passer plus de temps à se nourrir.
- Ils peuvent rester plus longtemps dans les eaux plus profondes en raison des températures plus fraîches qu'ils préfèrent.
- Ils peuvent passer plus de temps loin du rivage, car les eaux peu profondes près de la terre se réchauffent.

Des études à plus long terme permettront de mieux comprendre comment les changements d'année en année de l'environnement influent sur le comportement de l'omble dans l'océan à mesure que les eaux marines continuent de se réchauffer.

Les effets de la température sur l'omble chevalier

La température a une incidence sur les endroits où l'omble chevalier se rend et la façon dont il utilise ses habitats. La température a aussi une influence sur leur santé et leur métabolisme (la façon dont leur corps produit de l'énergie).

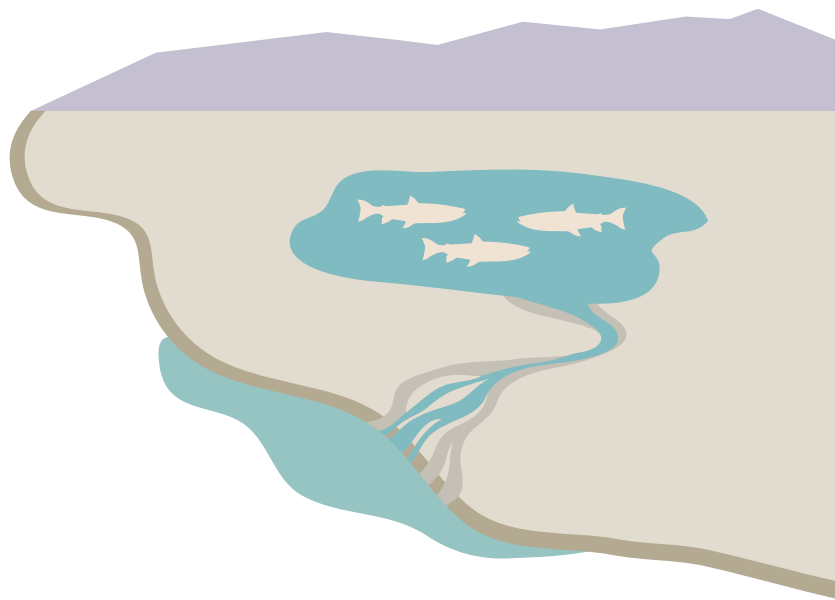
L'omble chevalier est un poisson d'eau froide – il peut se développer à des températures aussi basses que 0 °C – mais comme tous les êtres vivants, il se développe mieux dans une certaine plage de températures. Dans la partie la plus chaude de cette plage, leurs corps sont plus forts. Ils se développent plus vite, leur cœur bat plus vite et ils peuvent nager plus vite. Ils peuvent récupérer plus rapidement lorsqu'ils sont épuisés, par exemple après une migration.

Cependant, lorsque l'eau se réchauffe à environ 16 °C, c'est l'inverse qui se produit, et ils commencent à s'affaiblir.¹⁵ Lorsque la température atteint 18 °C, ils ne peuvent plus manger, et à 21 °C, leur cœur commence à défaillir. À 23 °C, ils ne peuvent pas garder leur position droite.^{15, 16}

La température des rivières arctiques est parfois supérieure à 21 °C, ce qui limite les endroits et les moments où l'omble chevalier peut migrer avec succès.

La température des océans du centre de l'Arctique canadien reste bien en deçà de ces températures, demeurant habituellement sous les 12 °C. Des recherches récentes ont montré que les températures estivales plus élevées des océans et les périodes plus longues sans glace ne nuisent pas à l'omble chevalier adulte.¹⁷ Certaines données suggèrent qu'il se développe davantage lorsque la période sans glace est plus longue.¹⁸

Dans les eaux plus chaudes, le métabolisme de l'omble chevalier augmente et il consomme plus d'énergie, ce qui signifie qu'il doit manger davantage. La nourriture est cependant souvent limitée, et en se déplaçant vers des eaux plus fraîches où ils ont besoin de moins d'énergie, ils peuvent probablement se développer plus rapidement. Des études en laboratoire ont montré que dans les eaux plus froides, l'omble chevalier a besoin de moins de nourriture pour se développer.¹⁹ C'est peut-être la raison pour laquelle l'omble chevalier anadrome se déplace plus loin des côtes ou dans des eaux plus profondes et plus fraîches plus tard dans l'été.



Le régime alimentaire de l'omble chevalier

En hiver, lorsqu'il se trouve dans des lacs recouverts de glace, l'omble chevalier anadrome mange très peu. Il prend la plupart de sa nourriture en été, lorsqu'il se trouve dans l'océan.²⁰ Pendant sa courte saison d'alimentation en mer, il doit manger suffisamment pour migrer à nouveau vers l'eau douce, éventuellement frayer, survivre à l'hiver et migrer à nouveau vers l'océan.⁵

L'omble chevalier se nourrit de plusieurs types de proies marines. Il se nourrit de petits et de gros poissons, de zooplancton (petits animaux aquatiques), de crustacés plus gros (comme des mysis, des amphipodes et des décapodes) et de petits insectes.^{12, 21, 22}



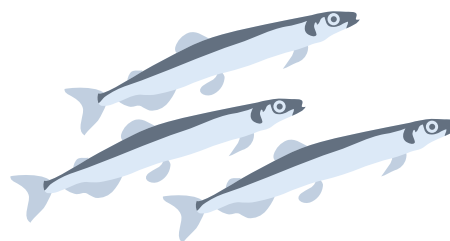
Les recherches suggèrent que l'omble chevalier se nourrit principalement d'amphipodes et de mysis. Il mange également des copépodes, qui sont de petits crustacés. Ces minuscules animaux vivent près des côtes, sous la glace de mer. Au fur et à mesure que la glace disparaît, ils s'éloignent de plus en plus du rivage, et l'omble les suit.

Les poissons constituent également une grande partie du régime alimentaire de l'omble chevalier. Il mange de la morue arctique, des chabots (et occasionnellement un autre omble chevalier) et, récemment, il mange du capelan et du lançon.²³ À l'avenir, ils pourraient manger moins de morue arctique, car cette espèce doit vivre sous la glace de mer pendant une partie de son cycle de vie. La morue arctique pourrait devenir moins abondante en raison du réchauffement climatique qui réduit la quantité de glace de mer.²⁴

L'omble chevalier est un aliment sain en raison des nutriments, des vitamines et du gras que sa chair contient.²⁵ Tous ces éléments proviennent de ce que le poisson mange. Les bons acides gras oméga-3 contenus dans la chair de l'omble chevalier²⁶ proviennent de petits crustacés de l'Arctique. Les

pigments qui donnent à la chair de l'omble sa couleur rougeâtre sont bénéfiques pour la santé humaine.^{27, 28} Ces pigments proviennent d'animaux tels que les copépodes qui se nourrissent d'algues microscopiques.

Le réchauffement récent et le retrait de la glace de mer ont amené des espèces de poissons du Sud, comme le capelan, le lançon et le saumon, dans les eaux arctiques.^{29, 30, 31} En outre, la débâcle précoce de la glace de mer a modifié le moment du pic de production, où les plantes et les animaux marins sont les plus abondants. Ces deux facteurs ont eu une incidence sur les réseaux alimentaires marins de l'Arctique et le régime alimentaire de l'omble. L'omble chevalier peut agir comme une « espèce sentinelle », ce qui signifie que ce qu'il mange montre les proies qui se trouvent dans l'environnement. Les changements dans son régime alimentaire peuvent indiquer des changements dans le réseau alimentaire marin. Ainsi, dans la région de Qikiqtaaluk (Baffin), l'omble mange du capelan – ce qui montre que le capelan y devient plus abondant.^{22, 32} Dans la région de Kitikmeot, l'omble se nourrit plus qu'avant de proies près de la surface.³³



Certains indicateurs de la qualité du poisson, comme sa condition (son poids par rapport à sa longueur) et la quantité de nutriments qu'il contient, ont changé au cours des dernières décennies. Cela peut refléter la façon dont l'omble réagit aux changements climatiques et à ceux du réseau alimentaire. Par exemple, une débâcle plus précoce a amélioré la condition de l'omble chevalier dans certaines régions.^{18, 33, 34} Cela peut être dû au fait qu'ils ont plus de temps pour se nourrir dans l'océan. Certains chercheurs pensent que les changements dans les types de proies marines, causés par les changements climatiques, peuvent avoir une



La coloration rouge très variable de la peau de l'omble chevalier se produit lorsqu'il est en état de frai. Ci-dessous, un omble chevalier très rouge en état de frai de Naujaat, au Nunavut.
Crédit photo : Laurent Kringayark

influence sur la couleur de l'omble chevalier et sa teneur en nutriments et en gras. Il n'y a pas encore assez d'éléments probants pour confirmer que cela est avéré, mais il sera important de comprendre comment les changements dans les proies de l'omble chevalier peuvent influencer la sécurité alimentaire et la santé des communautés du Nord.

Les contaminants dans l'omble chevalier

Les habitants du Nord s'inquiètent de la présence de polluants dans les aliments traditionnels, notamment l'omble chevalier. Au début des années 1990, le Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord (PLCN) du gouvernement fédéral a commencé à étudier les Polluants organiques persistants (POP) chez les animaux de l'Arctique. Il s'agit notamment des BPC, utilisés notamment dans des encres et des transformateurs, et du DDT, utilisé pour tuer des insectes. Beaucoup de ces produits chimiques sont remontés du Sud par les courants océaniques et aériens. D'autres ont été utilisés par exemple dans le Nord – à d'anciennes stations du Réseau d'alerte avancée (RAA).

Dans les années 1950, après que des chercheurs eurent découvert ces produits chimiques dans des environnements éloignés et prouvés qu'ils pouvaient être nocifs (p. ex., le DDT rendait la coquille des œufs

de certains oiseaux trop fine), les gouvernements ont élaboré des réglementations pour contrôler leur utilisation. Des interdictions et des restrictions d'utilisation ont suivi dans les années 1970. En 2001, 152 pays ont signé la *Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants*, un traité international visant à éliminer ou à limiter la production de polluants tels que les BPC. Cela s'est avéré efficace. Aujourd'hui, le secteur industriel utilise beaucoup moins ces produits chimiques et leur présence dans l'environnement est en déclin. Des programmes tels que le PLCN surveillent le déclin des POP chez les animaux de l'Arctique et des zones subarctiques.

La quantité de polluants dans les aliments traditionnels dépend de nombreux facteurs. Certaines substances chimiques s'accumulent dans un animal au fil du temps, de sorte qu'un animal âgé peut en avoir plus dans son corps qu'un animal plus jeune. La taille de l'animal est également un facteur. Un petit poisson comme un chabot aura moins de contaminants accumulés pour sa taille qu'un gros touladi. En effet, les polluants provenant de tous les petits poissons que le gros poisson mange s'accumulent dans son corps. Les poissons ont moins de polluants dans leur corps que les animaux à sang chaud. En effet, ils mangent moins que les animaux à sang chaud de la même taille, car ils n'ont pas besoin d'autant de nourriture pour se réchauffer. Comme ils mangent moins, ils absorbent moins de POP. En outre, ces substances chimiques s'accumulent dans la graisse des animaux. L'omble chevalier ayant très peu de gras par rapport aux mammifères marins, sa chair contient beaucoup moins de contaminants.

Des années 1990 aux années 2010, les chercheurs du PLCN ont travaillé avec des communautés de tout le Nord pour mesurer les POP dans l'omble chevalier anadrome³¹. Ils ont constaté que les concentrations étaient très faibles, même à Cambridge Bay et Saglek, au Nunatsiavut, et où il y avait des stations du réseau RAA. Ces stations avaient été contaminées par des BPC, avant d'être nettoyées. Les POP sont également en déclin chez l'omble chevalier confiné aux eaux intérieures des lacs se trouvant sur les îles Cornwallis et d'Ellesmere.³⁶

PCBs
DDTs
Hg

Les habitants du Nord sont également préoccupés par un autre polluant, le mercure. Le mercure est présent à l'état naturel dans les roches, le sol, l'eau, et l'air, ainsi que dans les plantes et les animaux. Les activités humaines, telles que l'exploitation minière et les barrages hydroélectriques, peuvent entraîner une augmentation. Comme les POP, les taux de mercure augmentent à chaque étape de la chaîne alimentaire. Cela signifie que les poissons qui se nourrissent au sommet des chaînes alimentaires (souvent d'autres poissons) affichent des taux de mercure plus élevés que les poissons qui se nourrissent en bas de la chaîne alimentaire (souvent d'insectes ou de crevettes).

Étant donné que l'omble chevalier anadrome se développe relativement vite et se nourrit principalement dans l'océan, il a tendance à avoir de faibles concentrations de mercure. L'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) a mesuré la teneur en mercure de l'omble à 35 sites dans tout le Nord entre 1975 et 1994.³⁷ Les quantités étaient très faibles, en moyenne 0,05 partie par million, soit dix fois moins que les quantités autorisées par les recommandations fixées pour la vente commerciale. Des études plus récentes, de 2004 à 2013, ont confirmé ces faibles taux.³⁸

Les scientifiques ont mesuré le mercure dans l'omble chevalier résident d'eau douce et l'omble chevalier confiné aux eaux intérieures.^{39, 40} L'omble chevalier confiné aux eaux intérieures et l'omble chevalier résident d'eau douce sont plus susceptibles de contenir plus de mercure que l'omble anadrome. Cela s'explique par le fait que les poissons qui restent

dans l'eau douce se développent plus lentement que les poissons anadromes et par le fait que les réseaux alimentaires d'eau douce contiennent plus de mercure que les aliments marins.^{20, 41}

La quantité de mercure dans l'omble chevalier peut changer au fil du temps. De nombreux facteurs influent sur cette quantité, notamment la taille du poisson, sa condition (son poids par rapport à sa longueur), la rapidité de son développement et la température de l'air. Le réchauffement dans l'Ouest de l'Arctique canadien a entraîné un développement plus rapide de l'omble chevalier anadrome et sa condition s'est améliorée dans certaines régions.¹⁸ Cela tend à réduire les taux de mercure. Le Labrador s'est également réchauffé, mais les chercheurs n'y ont pas observé de baisse du mercure dans l'omble chevalier confiné aux eaux intérieures et l'omble chevalier anadrome.⁴² Les changements au fil du temps peuvent également varier d'un lac à l'autre, les petits lacs pouvant contenir plus de mercure que les grands. Les scientifiques ont vu cela sur l'île Cornwallis, près de Resolute.

Par conséquent, le réchauffement climatique peut avoir une incidence sur les taux de mercure dans l'omble chevalier. L'augmentation ou la diminution des taux dépend de nombreux facteurs. Le poisson confiné aux eaux intérieures et le poisson résident des petits lacs sont plus susceptibles que l'omble anadrome de présenter des taux de mercure supérieurs aux recommandations pour la consommation humaine. L'omble chevalier anadrome continue d'afficher de très faibles concentrations de mercure.

Les parasites sont un autre indicateur important de la qualité du poisson et de son régime alimentaire. L'omble chevalier peut attraper des parasites des oiseaux, des invertébrés et d'autres poissons. L'endroit où vit l'omble (océan ou eau douce) peut également avoir une influence. Plusieurs types de parasites différents peuvent infecter l'omble. Certains sont suffisamment gros pour être visibles à l'œil nu – comme le ténia dans les intestins, les kystes fixés aux organes ou à la chair, les vers dans la vessie natatoire et les copépodes parasites sur les branchies ou la bouche.

Le ténia est le seul parasite que les humains peuvent attraper de l'omble chevalier.⁴³ Cela ne se produit qu'en consommant de la viande crue et des kystes qui contiennent des larves. Des médicaments peuvent traiter ce problème de manière sûre et efficace (<https://www.cdc.gov/parasites/diphyllobothrium/faqs.html>).

Les changements climatiques auront probablement un impact sur le nombre et les types de parasites dans les habitats de l'omble chevalier, ainsi que sur leur capacité à infecter l'omble. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les parasites qui infectent actuellement l'omble chevalier et comment les changements climatiques pourraient les toucher.

Interactions entre les espèces

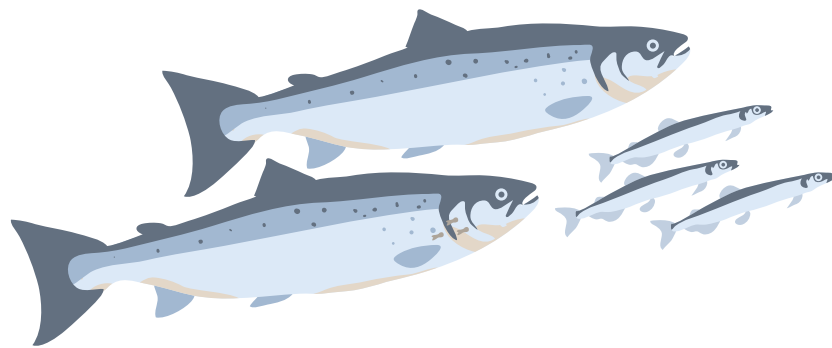
Certaines espèces de poissons subarctiques réagissent aux changements climatiques en se déplaçant vers le nord à mesure que les eaux se réchauffent.^{44, 45} Ces poissons apparaissent dans les filets de pêche de subsistance dans tout l'Arctique.⁴⁶ Nous ne savons pas dans quelle mesure les poissons subarctiques interagissent avec l'omble chevalier et d'autres poissons de l'Arctique. Ils peuvent interagir s'ils se trouvent dans les mêmes zones au même moment et s'ils ont besoin d'habitats et de nourriture similaires.

Certaines espèces, comme le saumon, passent du temps dans l'océan pendant l'été et fraient dans les rivières et les lacs à l'automne, comme l'omble chevalier et le Dolly Varden. Pour le frai, les saumons ont besoin d'endroits, généralement des rivières, qui ne gèlent pas jusqu'au fond et qui soient suffisamment chauds pour que les œufs et les juvéniles puissent survivre à l'hiver. Dans l'Arctique, ces endroits sont généralement situés près des sources d'eau souterraine. Les poissons arctiques utilisent également ces habitats, il est donc possible que le saumon et l'omble interagissent à la fois en eau douce et en milieu marin. Les chercheurs s'efforcent de mieux comprendre comment le saumon touche aux écosystèmes et aux poissons de l'Arctique.

Ces dernières années, un plus grand nombre de saumons sont capturés dans tout l'Arctique canadien dans des filets de pêche de subsistance posés pour l'omble chevalier et d'autres poissons.^{30, 47, 48} « Arctic Salmon », un programme communautaire qui est dans les Territoires du Nord-Ouest, qui surveille ce phénomène dans le fleuve Mackenzie et ses affluents (www.facebook.com/articsalmon et www.arcticsalmon.ca).

Bien que le saumon kéta soit récolté depuis longtemps dans le fleuve Mackenzie, il est capturé dans davantage d'endroits et en plus grand nombre, surtout depuis les dix dernières années.^{47, 48}

Des saumons roses et rouges ont également été retrouvés dans les filets ces dernières années, notamment dans les communautés de la mer de Beaufort. Les pêcheurs capturent des saumons rouges et roses aussi loin à l'est que Cambridge Bay.^{46, 47} Des saumons roses ont été capturés à l'occasion ailleurs au Nunavut, au Nunavik et aussi au Groenland.^{30, 46, 49}



Des saumons quinnats et cohos sont apparus aussi dans des filets dans les Territoires du Nord-Ouest, mais rarement. Les pêches de subsistance au Nunavut ont permis de capturer occasionnellement des saumons atlantiques.⁵⁰ Les scientifiques s'attendent à ce que ces poissons se déplacent vers le nord, ce qui pourrait avoir un impact sur les populations méridionales d'ombles chevaliers.^{51, 52}

Il y a une zone où l'aire de répartition nord du saumon atlantique et l'aire de répartition sud de l'omble chevalier se chevauchent.⁵⁰ Cependant,

les adultes reproducteurs et les jeunes poissons de chaque espèce préfèrent des zones d'eau douce différentes. Le saumon atlantique fraie généralement dans les rivières, tandis que l'omble chevalier fraie dans les lacs. Les saumons atlantiques juvéniles préfèrent les débits d'eau plus rapides, tandis que les ombles chevaliers juvéniles préfèrent les courants d'eau plus lents et les fosses.⁵⁰ Il est possible que l'omble chevalier se nourrisse d'œufs de saumon atlantique.

Comme l'omble chevalier et le saumon atlantique ont des préférences similaires en matière de température et d'habitat, ils peuvent interagir. Pour mieux comprendre cela, nous avons besoin de plus d'informations sur les habitats qui sont à leur disposition, notamment en hiver.⁵⁰

En évaluant les endroits où les espèces sont normalement ensemble, nous pouvons apprendre comment les poissons du Nord et les poissons du Sud se déplaçant vers le nord peuvent interagir, et quels peuvent être les effets. Ainsi, le Dolly Varden et le saumon du Pacifique occupent actuellement des cours d'eau en Alaska occidentale. À cet endroit, le saumon kéta fraie plus en aval tandis que le Dolly Varden fraie plus en amont dans des eaux plus froides près des sources d'eau souterraine.⁵¹ Le saumon est bénéfique au Dolly Varden à ces

endroits en ajoutant des éléments nutritifs au système et de la nourriture sous forme d'œufs et de carcasses de saumons ayant frayé, ainsi que de saumons juvéniles, tant dans l'eau douce⁵² que dans les estuaires.

On observe davantage de saumons le long du versant nord de l'Alaska.⁵³ La hausse des températures pourrait également améliorer la production de saumon rose dans les rivières qui se jettent dans le nord de la mer de Béring.⁵⁴ Cela pourrait signifier que davantage de saumons du Pacifique pourraient se déplacer dans l'Arctique canadien.

Savoir autochtone

Les paragraphes qui suivent présentent le point de vue du savoir autochtone sur les questions abordées ci-dessus, transmis dans le cadre d'entrevues et de discussions tenues avec George Lyall, de Nain, au Nunatsiavut, à Terre-Neuve-et-Labrador, Norman Mike, de Pangnirtung, au Nunavut, et Laurent Kringayark, de Nauyasat, au Nunavut.

L'importance de l'omble

L'omble est une source importante de nourriture pour les communautés autochtones de l'Arctique



Des guides de bateaux inuits transportent du matériel et des chercheurs de Palik (Byron Bay, NU) à Ikaluktutiak (Cambridge Bay, NU) après l'achèvement de la recherche scientifique sur la migration de l'omble chevalier en amont à la fin août 2021. Crédit photo : Matthew Gilbert

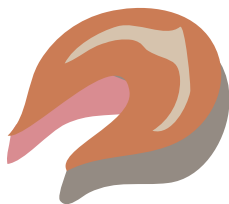


Pêcheurs utilisant un long filet à mailles fines pour tirer une charge d'ombles chevaliers de leur déversoir jusqu'au rivage de la rivière Halokvik, près de Cambridge Bay, au Nunavut. Le poisson demeure une importante source de nourriture et une ressource commerciale pour les Canadiens du Nord (août 2017). Crédit photo : Matthew Gilbert

canadien. Les Inuits pêchent l'omble à des fins personnelles et commerciales lorsque le temps et l'épaisseur de la glace le permettent. Autrefois, les Inuits ne pêchaient pas beaucoup en hiver, mais grâce à de meilleures technologies, comme les filets, le poisson peut être pêché à tout moment de l'année.

Les gens pêchent à la canne ou au filet, depuis le rivage, en bateau ou à travers la glace. Les prises sont partagées généreusement, car le partage de la nourriture fait partie de la culture inuite. La queue va aux enfants, car elle a moins d'arêtes; le milieu du poisson va aux adultes, car c'est là où se trouve toute la force; et la tête va aux Aînés, car c'est là où se trouvent les histoires.

À Pangnirtung, au Nunavut, l'omble est devenu la principale source d'aliments traditionnels. De nombreuses personnes qui ont grandi en mangeant du caribou ou du phoque mangent désormais beaucoup plus de poisson. Naujaat, également au Nunavut, a un quota de pêche commerciale de l'omble, mais il n'est jamais atteint. La pêche commerciale de l'omble est considérée comme un moyen de subsistance viable dans les endroits où l'omble est en augmentation, et comme un moyen de fournir du poisson à des personnes qui ne pourraient pas en obtenir autrement.



La vie de l'omble

L'endroit où vit et migre un omble a plusieurs effets sur lui, notamment sa couleur et son état. La couleur de sa peau et de sa chair peut varier du rouge profond à l'orange, au jaune et au blanc. La plupart des gens préfèrent manger de l'omble à la chair rouge ou orange foncée, bien que la plupart des gens s'accordent à dire que la couleur seule ne détermine pas le goût. L'omble confiné aux eaux intérieures ou l'omble résident d'eau douce peut également avoir une couleur différente, mais son goût est généralement le même, bien que certaines personnes puissent préférer l'omble anadrome pêché en mer.

La plupart des ombles migrent d'un lac vers l'océan et inversement en empruntant la même rivière. Cependant, autour de la baie Voisey's, au Nunatsiavut, l'omble nage jusqu'à l'océan depuis une rivière et revient par une autre. L'omble peut vivre jusqu'à 27 ans. L'omble plus âgé cesse d'aller à l'océan.

On a observé autour de Pangnirtung que les poissons mâles, *ivashaluk*, semblent protéger les œufs dans les lits de rivière où les femelles ont frayé. Il reste des ombles mâles dans les lacs une fois que les femelles sont parties vers l'océan.

Les cicatrices sont courantes sur les ombles et elles sont généralement causées par des poux, des oiseaux, des phoques, des ours polaires (et des ours



La couleur de la chair migratrice de l'omble chevalier (deux à gauche) et du touladi (à droite) peut varier du rouge vif à l'orange en passant par le blanc et est influencée par leur régime alimentaire. Crédit photo : Matthew Gilbert

noirs au Nunatsiavut) ou même des dauphins qui ont essayé de les attraper. Les parasites ont toujours été courants chez les poissons. En général, les gens ne mangent pas le poisson qui contient beaucoup de parasites et ne le donnent même pas aux chiens. Les ombles confinés aux eaux intérieures ont plus de parasites que ceux qui vont vers l'océan.

Les tests de dépistage de mercure à Naujaat et Pangnirtung n'ont pas suscité d'inquiétude, mais au Nunatsiavut, on s'inquiète du mercure causé par les barrages.

Changements climatiques et modification de l'habitat

Les changements climatiques ont des impacts sur le milieu marin. Le gel est plus tardif, et la glace est plus fine et se rompt plus tôt. Cela a une incidence sur le moment et la sécurité des déplacements sur la glace pour surveiller et attraper le poisson.

Ces dernières années, les habitants du Nunatsiavut ont observé que la taille des poissons allait en diminuant. Certains accusent les changements climatiques, mais personne n'en est certain. Ils ont également remarqué que les poissons ne s'aventurent pas aussi loin dans l'océan et restent près des côtes.

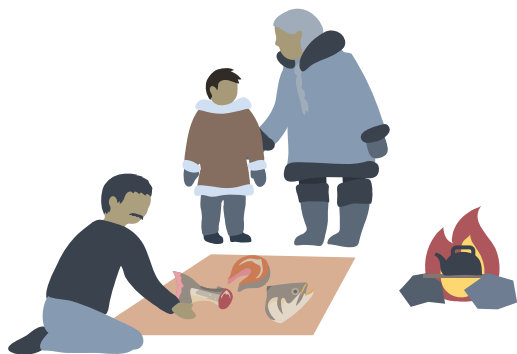
S'il est désormais plus difficile d'attraper du poisson en hiver, on en attrape davantage pendant la longue saison sans glace à de nombreux endroits. Le capelan est plus abondant autour de Pangnirtung. Les ombles s'en nourrissent désormais et leur couleur est passée de l'orange à une teinte plus blanche. Le capelan est une nouvelle espèce dans la région; la morue, le poulamon, les chabots et les lompes sont plus typiques. On voit parfois des saumons, peut-être des quinnats, au-delà de la baie Cumberland.

Pangnirtung a également connu d'autres changements. L'eau des océans se réchauffe de bas en haut, et la fonte du pergélisol a une incidence sur le niveau des rivières ou modifie les lacs. Les vents ont également changé. Les vents d'est, qui apportent la neige, sont moins fréquents. Maintenant, le vent souffle davantage du Nord, et ce sont des vents secs avec moins de neige. De nouveaux lacs se sont formés à la suite de la fonte des glaciers; peut-être que ces nouveaux lacs pourront bientôt contenir de l'omble.

Questions émergentes et lacunes dans les connaissances

Malgré les progrès importants réalisés dans la compréhension de l'utilisation de l'habitat, du comportement et du régime alimentaire de l'omble chevalier, il reste de nombreuses questions qui pourraient être abordées conjointement par des recherches menées en collaboration par la science occidentale et le savoir autochtone. Premièrement, en ce qui concerne l'utilisation de l'habitat de l'omble chevalier, il sera important de réaliser d'autres études à long terme sur l'utilisation de l'habitat océanique pour aider à comprendre comment les changements annuels des conditions environnementales influencent le comportement de l'omble chevalier dans l'océan alors que les eaux marines continuent de se réchauffer. Ces études pourraient nous éclairer sur la raison pour laquelle l'omble habite souvent les estuaires, une question à laquelle il reste à répondre complètement. Deuxièmement, en ce qui concerne le régime alimentaire de l'omble chevalier, il est nécessaire de continuer à surveiller ce que l'omble mange dans l'océan et si cela change en raison des conditions environnementales changeantes. Plus important encore pour les communautés, nous devons évaluer si les changements dans le régime alimentaire de l'omble, par exemple vers des proies subarctiques, peuvent influencer la qualité du poisson comme la couleur de la chair, les nutriments et la teneur en graisse. Des données concluantes sur cette question ne sont pas encore disponibles, mais elles seront importantes pour comprendre comment les changements dans le régime alimentaire de l'omble peuvent influencer la sécurité alimentaire et la santé des communautés nordiques. Troisièmement, en ce qui concerne les contaminants dans l'omble

chevalier et d'autres questions liées à la qualité, une question de recherche essentielle à résoudre sera d'étudier les effets du réchauffement climatique sur la bioaccumulation et les niveaux de mercure dans l'omble. Par ailleurs, les tendances concernant la présence de parasites et l'émergence de nouveaux parasites restent une lacune à combler. Le changement climatique aura probablement un impact sur la dynamique des parasites et la susceptibilité de l'omble chevalier aux infections, ainsi que l'introduction de nouveaux parasites par l'expansion de l'aire de répartition ou l'introduction d'espèces. Cependant, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les parasites actuels dans les populations d'omble chevalier, leur prévalence dans l'Inuit Nunangat, l'influence potentielle du changement climatique sur les parasites actuels et nouveaux dans les poissons, et les risques potentiels pour la santé humaine. Ces connaissances seront essentielles pour orienter la sensibilisation et les interventions en matière de santé publique. En outre, les contaminants qui suscitent de nouvelles préoccupations, tels que les microplastiques, devraient également être suivis de plus près afin de comprendre leurs niveaux potentiels dans l'omble chevalier. Quatrièmement, en ce qui concerne les interactions entre les espèces, la surveillance continue des espèces subarctiques qui étendent leur aire de répartition devrait se poursuivre, ainsi que la recherche sur leurs interactions avec les espèces arctiques, y compris l'omble chevalier. En particulier, les interactions potentielles entre les espèces de saumon et l'omble chevalier demeurent une importante lacune à combler, notamment en étudiant la disponibilité de l'habitat, y compris en hiver, pour les deux espèces et en déterminant si l'utilisation de l'habitat peut se chevaucher. Dans l'ensemble, la poursuite de la recherche sur un éventail de besoins de surveillance et de lacunes dans les connaissances – y compris, mais sans s'y limiter, la réponse de l'omble aux changements climatiques, la dynamique des parasites, les tendances du mercure au fil du temps et entre différents lacs, et l'arrivée de nouvelles espèces – aidera à soutenir les communautés et les organisations de l'Inuit Nunangat à adapter la gestion et les politiques relatives à l'omble chevalier.



Remarques finales sur le rapprochement des différentes manières de savoir

Nous avons beaucoup appris sur l'utilisation de l'habitat, le comportement et le régime alimentaire de l'omble chevalier, mais de nombreuses questions demeurent. Comment l'omble réagira-t-il aux changements climatiques? Pourquoi ces poissons préfèrent-ils les estuaires? Comment les changements dans les populations de parasites les touchent-ils? Quelles sont les tendances du mercure au fil du temps, et comment les différences entre les lacs influent-elles sur les poissons? Il est essentiel de continuer à surveiller les contaminants et autres problèmes de sécurité alimentaire pour s'assurer que l'omble chevalier reste propre à la consommation.

L'évolution rapide de l'Arctique pose de nouvelles questions, complexités et incertitudes à nos connaissances sur l'omble chevalier. Nous savons que la température est l'un des facteurs les plus importants qui déterminent la répartition de l'omble chevalier et son utilisation de l'habitat, et qu'elle a également une incidence sur la santé et le métabolisme des poissons. Les conditions changeantes de l'Arctique toucheront probablement l'omble chevalier et d'autres poissons de plusieurs façons, avec des implications potentielles pour les pêcheries communautaires et la sécurité alimentaire (voir Tableau 1).

Les détenteurs du savoir dans les communautés du Nord constatent déjà des changements (voir le résumé du Savoir autochtone). À titre d'exemple, des périodes sans glace plus longues pourraient signifier des occasions d'alimentation plus longues et meilleures pour l'omble chevalier dans l'océan — mais ces conditions pourraient également rendre leurs migrations en amont plus difficiles. Parallèlement, l'allongement des périodes sans glace et l'amincissement de la glace ont une incidence sur le moment et la sécurité des déplacements vers les zones de pêche. Au Nunatsiavut, les gens remarquent que le poisson est de plus petite taille depuis quelques années. Les eaux plus chaudes apportent également de nouveaux (ou plus nombreux) compétiteurs comme le saumon du Pacifique, le saumon atlantique et le touladi, ainsi que de nouvelles (ou plus nombreuses) proies. Les communautés surveillent ces nouveaux arrivants, mais on ne sait toujours pas quelle est leur incidence sur l'omble chevalier et les autres espèces arctiques. Les gens ont déjà remarqué que la chair de l'omble chevalier devient plus pâle lorsque l'omble mange plus de capelan.

Nous devons comprendre comment ces facteurs et d'autres auront une influence sur l'abondance, l'accessibilité, la qualité et la stabilité des stocks d'ombles chevaliers, maintenant et à l'avenir. Grâce à des partenariats solides et équitables entre des chercheurs, des communautés et des détenteurs du savoir autochtone, nous parviendrons à cette compréhension.



Tableau 1 Résumé des informations écologiques et biologiques sur l'omble chevalier discutées dans ce document et leur lien avec les quatre piliers (disponibilité, accès, qualité, sécurité et stabilité) de la sécurité alimentaire. Sont également mis en évidence le savoir autochtone sur chacun des piliers et sur la manière dont l'écologie de l'omble chevalier et la sécurité alimentaire peuvent être altérées dans des conditions climatiques changeantes.

Pilier de la sécurité alimentaire	Exemple de paramètres liés à l'omble chevalier ou à l'omble	Section sur le savoir autochtone	Exemple de changements possibles en raison des changements climatiques
Disponibilité La quantité de poissons disponibles localement et leur taille	Taux de croissance des poissons, taille/condition et abondance (nombre) de poissons	Certains au Nunatsiavut pensent que la taille du poisson a diminué	Augmentation du développement de l'omble à mesure que la période sans glace s'allonge
		De nouveaux lacs se sont formés à partir de la fonte des glaciers et pourraient bientôt contenir de l'omble	Augmentation du nombre de poissons résidents d'eau douce à mesure que les réseaux d'eau douce deviennent plus productifs
Accès Facteurs qui influent sur la facilité d'accès des pêcheurs au poisson	Répartition et utilisation de l'habitat et conditions environnementales ayant un impact sur la sécurité des récolteurs et l'accès aux sites de récolte	S'il est désormais plus difficile d'attraper du poisson en hiver, le nombre de poissons capturés a augmenté pendant la longue saison sans glace	Une migration précoce vers l'océan et des occasions d'alimentation estivale plus longues, car la glace des rivières se rompt plus tôt et se forme plus tard
		Les poissons ne s'aventurent pas aussi loin dans l'océan et restent près de la côte	Préférence pour les eaux plus profondes; plus de temps passé loin du rivage, car les habitats peu profonds, proches du rivage, se réchauffent et l'omble suit ses températures préférées
		Un gel plus tardif, des conditions de glace plus mince et une débâcle plus précoce ont une incidence sur le moment, la capacité et la sécurité des déplacements sur la glace pour pêcher	

Tableau 1 continue...

Tableau 1 Résumé des informations écologiques et biologiques sur l'omble chevalier discutées dans ce document et leur lien avec les quatre piliers (disponibilité, accès, qualité, sécurité et stabilité) de la sécurité alimentaire. Sont également mis en évidence le savoir autochtone sur chacun des piliers et sur la manière dont l'écologie de l'omble chevalier et la sécurité alimentaire peuvent être altérées dans des conditions climatiques changeantes.

Pilier de la sécurité alimentaire	Exemple de paramètres liés à l'omble chevalier ou à l'omble	Section sur le savoir autochtone	Exemple de changements possibles en raison des changements climatiques
Qualité et sécurité La composition des nutriments, les contaminants et la présence d'autres problèmes de sécurité alimentaire, ainsi que l'apparence (p. ex., la couleur) du poisson	Concentrations de nutriments, de vitamines et de gras	Non discuté	Les changements dans les concentrations de nutriments et de pigments dans l'omble chevalier, car le poisson modifie son régime alimentaire en faveur d'espèces ayant une concentration différente de nutriments/pigments à mesure que les réseaux alimentaires et les milieux marins de l'Arctique changent – par exemple, l'expansion vers le nord d'espèces boréales dont l'omble se nourrit, et le changement du moment du pic de production (avec le réchauffement et les changements dans la glace de mer)
	Couleur (pigments/antioxydants)	Bien que l'on s'accorde à dire que le goût n'est pas différent en fonction de la couleur uniquement, la plupart des gens préfèrent manger de l'omble à la chair rouge ou orange foncé La couleur de la peau et de la chair de l'omble chevalier peut varier du rouge foncé, orange et jaune au blanc en fonction de l'utilisation de l'habitat et du régime alimentaire (par exemple, l'omble chevalier autour de Pangnirtung mange du capelan, qui s'est déplacé dans la région); la couleur de l'omble est devenue plus pâle	
	Concentrations de mercure	Les analyses de mercure à Naujaat et à Pangnirtung n'ont pas suscité d'inquiétude, mais au Nunatsiavut, on s'inquiète du mercure causé par les barrages	
	Infections parasitaires (en particulier celles qui peuvent être transmises à l'homme, comme par le ténia <i>Dibothriocephalus dendriticus</i> , lorsque de la viande non cuite contenant des larves est consommée)	Les parasites ont toujours été courants chez les poissons. Les poissons présentant de nombreux parasites ne sont généralement pas consommés ni même donnés aux chiens. Les ombles confinés aux eaux intérieures ont plus de parasites que les ombles anadromes	Changements dans la transmission des parasites et l'infection, à mesure que de nouveaux parasites apparaissent, que la dynamique des parasites change et que les ombles deviennent plus sensibles à des infections en raison de l'expansion de leur aire de répartition, de l'introduction d'espèces et de la modification de leurs habitats
Stabilité	Disponibilité et accès constants et continus à l'omble chevalier salubre et préféré au fil du temps	N'a pas été noté dans le résumé de l'évaluation des connaissances autochtones, mais au cours des discussions, il a été noté que la consommation de poisson n'a pas diminué. En fait, dans de nombreux cas, la pêche a augmenté	Augmentation de la variabilité interannuelle dans des conditions environnementales pourrait impact à la fois sur les populations de poissons (par effets sur la survie, la croissance, le calendrier des migrations, ou l'utilisation de l'habitat et mouvements) et accès par ressource utilisateurs vers les sites de pêche préférés et techniques de pêche

Références

1. Priest, H. et Usher, P.J. 2004. Nunavut wildlife harvest study. Nunavut Wildlife Management Board, Iqaluit, Nunavut, Canada, p. 822. [en anglais seulement]
2. Gouvernement du Nunavut. 2016. Nunavut fisheries strategy: 2016-2020. GN, Department of Environment, Fisheries and Sealing Division. [en anglais seulement]
3. Gross, M.R., Coleman, R.M. et McDowall, R.M. 1988. Aquatic productivity and the evolution of diadromous fish migration. *Science*, 239 (4845):1291-1293. [en anglais seulement]
4. Finstad, A.G. et Hein, C.L. 2012. Migrate or stay: terrestrial primary productivity and climate drive anadromy in Arctic char. *Global Change Biology*, 18(8):2487-2497. [en anglais seulement]
5. Dutil, J.D. 1984. Energetic costs associated with the production of gonads in the anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) of the Nauyuk Lake basin, Canada. Dans: Johnson, L. et Burns, B. (eds.) *Biology of the Arctic charr*. Proc Int Symp Arctic Charr, University of Manitoba Press, Winnipeg, 263-276. [en anglais seulement]
6. Gyselman, E.C. 1994. Fidelity of anadromous Arctic char (*Salvelinus alpinus*) to Nauyuk Lake, NWT, Canada. *Can J Fish Aquat Sci*, 51:1927-1934. [en anglais seulement]
7. Johnson, L. 1980. The Arctic Charr. In *Charrs: salmonid fishes of the genus Salvelinus*. In Balon, E.K. (ed.), W. Junk Publishers, The Hague, pp. 15-98. [en anglais seulement]
8. Klemetsen, A., Amundsen, P.A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F. et Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): A review of aspects of their life histories. *Ecol Freshw Fish*, 12: 1-59. [en anglais seulement]
9. Moore, J.-S., Harris, L.N., Kessel, S., Bernatchez, L., Tallman, R.F. et Fisk, A.T. 2016. Preference for near-shore and estuarine habitats in anadromous Arctic char (*Salvelinus alpinus*) from the Canadian high Arctic (Victoria Island, NU) revealed by acoustic telemetry. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 73(9):1434-1445. [en anglais seulement]
10. Hammer, L.J., Hussey, N.E., Marcoux, M., Pettitt-Wade, H., Hedges, K., Tallman, R. et Furey, N.B. 2021. Arctic char enter the marine environment before annual ice breakup in the high Arctic. *Environmental Biology of Fishes*, pp. 1-9. [en anglais seulement]
11. Dempson, J.B. et Kristofferson, A.H. 1987. Spatial and temporal aspects of the ocean migration of anadromous Arctic char. In *Common strategies of anadromous and catadromous fishes*. Dadswell, M.J., Klauda, R.J., Moffitt, C.M., Saunders, R.L., Rulifson, R.A. et Cooper, J.E. American Fisheries Society Symposium, pp. 340-357. [en anglais seulement]
12. Spires, A., Stokesbury, M.W., O'Dor, R. et Dick, T. 2012. Temperature, salinity and prey availability shape the marine migration of Arctic char, *Salvelinus alpinus*, in a macrotidal estuary. *Marine Biology*, 159:1633-1646. [en anglais seulement]
13. Harris, L. N., Yurkowski, D. J., Gilbert, M. J., Else, B. G., Duke, P. J., Ahmed, M. M., ... et Moore, J. 2020. Depth and temperature preference of anadromous Arctic char *Salvelinus alpinus* in the Kitikmeot Sea, a shallow and low-salinity area of the Canadian Arctic. *Marine Ecology Progress Series*, 634:175-197. [en anglais seulement]
14. Gilbert, M.J.H. 2020. Thermal limits to the cardiorespiratory performance of Arctic char (*Salvelinus alpinus*) in a rapidly warming north. Doctoral dissertation, University of British Columbia. [en anglais seulement]
15. Gilbert, M.J., Harris, L.N., Malley, B.K., Schimnowski, A., Moore, J.S. et Farrell, A.P. 2020. The thermal limits of cardiorespiratory performance in anadromous Arctic char (*Salvelinus alpinus*): A field-based investigation using a remote mobile laboratory. *Conservation physiology*, 8(1):coaa036. [en anglais seulement]
16. Caza-Allard, I., Mazerolle, M.J., Harris, L.N., Malley, B.K., Tallman, R.F., Fisk, A.T. et Moore, J.S. 2021. Annual survival probabilities of anadromous Arctic Char remain high and stable despite interannual differences in sea ice melt date. *Arctic Science*, pp. 1-10. [en anglais seulement]
17. Harwood, L.A., Sandstrom, S.J., Papst, M.H. et Melling, H. 2013. Kuujua river Arctic Char: Monitoring stock trends using catches from an under-ice subsistence fishery, Victoria Island, Northwest Territories, Canada, 1991-2009. *Arctic*, 66:291-300. Disponible sur : <https://journalhosting.ucalgary.ca/index.php/arctic/article/view/67355>. [en anglais seulement]
18. Larsson, S. et Berglund, I. 2005. The effect of temperature on the energetic growth efficiency of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) from four Swedish populations. *Journal of thermal biology*, 30(1):29-36. [en anglais seulement]

19. Swanson, H., Gantner, N., Kidd, K.A., Muir, D.C.G. et Reist, J.D. 2011a Comparison of mercury concentrations in landlocked, resident, and sea-run fish (*Salvelinus spp.*) from Nunavut, Canada. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 30:1459-1467. [en anglais seulement]
20. Dempson, J.B., Shears, M. et Bloom, M. 2002. Spatial and temporal variability in the diet of anadromous Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, in northern Labrador. *Ecology, behaviour and conservation of the charrs, genus Salvelinus*, Springer, pp. 29-62. [en anglais seulement]
21. Ulrich, K.L. et Tallman, R.F. 2021. The Capelin invasion: evidence for a trophic shift in Arctic Char populations from the Cumberland Sound region, Nunavut, Canada. *Arctic Science*. 7(2): 413-435. Disponible sur : <https://doi.org/10.1139/as-2020-0001>. [en anglais seulement]
22. Marsh, J.M. et Mueter, F.J. 2020. Influences of temperature, predators, and competitors on polar cod (*Boreogadus saida*) at the southern margin of their distribution. *Polar Biol*, 43:995-1014. Disponible sur : <https://doi.org/10.1007/s00300-019-02575-4>. [en anglais seulement]
23. Bolduc et coll. 2021- MSc thèse ou manuscript en prep. [en anglais seulement]
24. Lemire, M., Kwan, M., Laouan-Sidi, A.E., Muckle, G., Pirkle, C., Ayotte, P., et Dewailly, E. 2015. Local country food sources of methylmercury, selenium and omega-3 fatty acids in Nunavik, Northern Quebec. *Science of the Total Environment*, 509-510:248-259. [en anglais seulement]
25. De Carvalho, C.C. et Caramujo, M.J. 2017. Carotenoids in aquatic ecosystems and aquaculture: a colorful business with implications for human health. *Frontiers in Marine Science*, 4:93. [en anglais seulement]
26. Hatlen, B., Arnesen, A.M., Jobling, M., Siikavuopio, S. et Bjerkeng, B. 1997. Carotenoid pigmentation in relation to feed intake, growth and social interactions in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), from two anadromous strains. *Aquaculture Nutrition*, 3:189-199. Disponible sur : <https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.1997.00087.x>. [en anglais seulement]
27. Gaston, A.J., Woo, K. et Hipfner, J.M. 2003. Trends in forage fish populations in northern Hudson Bay since 1981, as determined from the diet of nestling thick-billed murre *Uria lomvia*. *Arctic*, 56:227-233. Disponible sur : <https://doi.org/10.14430/arctic618>. [en anglais seulement]
28. Dunmall, K.M., Reist, J.D., Carmack, E.C., Babaluk, J.A., Heide-Jørgensen, M.P. et Docker, M.F. 2013. Pacific Salmon in the Arctic: Harbingers of change. In Mueter, F.J., Dickson, D.M.S., Huntington, H.P., Irvine, J.R., Logerwell, E.A., MacLean, S.A., Quakenbush, L.T. et Rosa, C. (eds.). *Responses of Arctic marine ecosystems to climate change*. Alaska Sea Grant, University of Alaska Fairbanks, U.S. Disponible sur : <https://doi.org/10.4027/ramecc.2013.07>. [en anglais seulement]
29. Falardeau, M., Bouchard, C., Robert, D. et Fortier, L. 2017. First records of Pacific sand lance (*Ammodytes hexapterus*) in the Canadian Arctic Archipelago. *Polar Biology*, 40:2291. Disponible sur : <https://link.springer.com/article/10.1007/s00300-017-2141-0>. [en anglais seulement]
30. Yurkowski, D.J., Hussey, N.E., Ferguson, S.H. et Fisk, A.T. 2018. A temporal shift in trophic diversity among a predator assemblage in a warming Arctic. *Royal Society open science*, 5(10):180259. [en anglais seulement]
31. Falardeau, M., Bennett, E., Else, B., Fisk, A., Mundy, C.J., Choy, E., Ahmed, M., Harris, L. et Moore, J.-S. In Press. Biophysical indicators and Indigenous and Local Knowledge reveal climatic and ecological shifts with implications for Arctic Char fisheries. *Global Environmental Change*. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2022.102469. [en anglais seulement]
32. Harwood, L.A., Smith, T.G., George, J.C., Sandstrom, S.J., Walkusz, W. et Divoky, G.J. 2015. Change in the Beaufort Sea ecosystem: Diverging trends in body condition and/or production in five marine vertebrate species. *Progress in Oceanography*, 136:263-273. Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2015.05.003>. [en anglais seulement]
33. Muir, D.C.G., Kurt-Karakus, P., Stow, J., Blais, J., Braune, B., Choy, E., Evans, M., Kelly, B.C., Larter, N., Letcher, R., McKinney, M., Morris, A., Stern, G. et Tomy, G. 2013. Chapter 4: Occurrence and Trends in the Biological Environment. *Aboriginal Affairs and Northern Development Canada*, Ottawa, ON. [en anglais seulement]
34. Cabrerizo, A., Muir, D.C.G., Köck, G., Iqaluk, D. et Wang, X. 2018. Climatic Influence on Temporal Trends of Polychlorinated Biphenyls and Organochlorine Pesticides in Landlocked Char from Lakes in the Canadian High Arctic. *Environmental Science & Technology*. [en anglais seulement]

35. Lockhart, W.L., Stern, G.A., Low, G., Hendzel, M., Boila, G., Roach, P., Evans, M.S., Billeck, B.N., DeLaronde, J., Friesen, S., Kidd, K., Atkins, S., Muir, D.C.G., Stoddart, M., Stephens, G., Stephenson, S., Harbicht, S., Snowshoe, N., Grey, B., Thompson, S. et DeGraff, N. 2005. A history of total mercury in edible muscle of fish from lakes in northern Canada. *Science of the Total Environment*, 351-352:427-463. [en anglais seulement]

36. Evans, M.S., Muir, D.C.G., Keating, J. et Wang, X. 2015. Anadromous char as an alternate food choice to marine animals: A synthesis of Hg concentrations, population features and other influencing factors. *Science of the Total Environment*, 509-510:175-194. [en anglais seulement]

37. Gantner, N., Muir, D.C., Power, M., Iqaluk, D., Reist, J.D., Babaluk, J.A., Meili, M., Borg, H., Hammar, J., Michaud, W., Dempson, B. et Solomon, K.R. 2010. Mercury concentrations in landlocked Arctic char (*Salvelinus alpinus*) from the Canadian arctic. Part II: Influence of lake biotic and abiotic characteristics on geographic trends in 27 populations. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 29:633-643. [en anglais seulement]

38. Gantner, N., Power, M., Iqaluk, D., Meili, M., Borg, H., Sundbom, M., Solomon, K.R., Lawson, G. et Muir, D.C. 2010. Mercury concentrations in landlocked Arctic char (*Salvelinus alpinus*) from the Canadian Arctic. Part I: Insights from trophic relationships in 18 lakes. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 29:621-632. [en anglais seulement]

39. van der Velden, S., Dempson, B., Evans, M., Muir, D. et Power, M. 2013. Basal mercury concentrations and biomagnification rates in freshwater and marine foodwebs: Effects on Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) from eastern Canada. *Science of the Total Environment*, 444:531-542. [en anglais seulement]

40. van der Velden, S., Dempson, J.B. et Power, M. 2013. Comparing mercury concentrations across a thirty year time span in anadromous and non-anadromous Arctic charr from Labrador, Canada. *Science of the Total Environment*. [en anglais seulement]

41. Waeschenbach, A., Brabec, J., Scholz, T., Littlewood, D.T.J. et Kuchta, R. 2017. The catholic taste of broad tapeworms – multiple routes to human infection. *International Journal for Parasitology*, 47(13):831-843. [en anglais seulement]

42. Sunday, J.M., Bates, A.E. et Dulvy, N.K. 2012. Thermal tolerance and the global redistribution of animals. *Nature Clim. Change*, 2: 686-690. doi: 10.1038/nclimate1539. [en anglais seulement]

43. Huntington, H.P., Danielson, S.L., Wiese, F.K., et coll. 2020. Evidence suggests potential transformation of the Pacific Arctic ecosystem is underway. *Nat. Clim. Chang.*, 10:342-348. doi. org/10.1038/s41558-020-0695-2. [en anglais seulement]

44. McNicholl, D.G., Harris, L.N., Loewen, T., May, P., Tran, L., Akeagok, R., Methuen, K., Lewis, C., Jeppesen, R., Illasiak, S., Green, B., Koovaluk, J., Annahatak, Z., Kapakatoak, J., Kaosoni, N., Hainnu, B., Maksagak, B., Reist, J.D. et Dunmall, K.M. 2021. Noteworthy occurrences among six marine species documented with community engagement in the Canadian Arctic. *Animal Migration*, 8(1):74-83. Disponible sur : <https://doi.org/10.1515/ami-2020-0113>. [en anglais seulement]

45. Dunmall, K.M., McNicholl, D.G. et Reist, J.D. 2018. Community-based monitoring demonstrates increasing occurrences and abundances of Pacific salmon in the Canadian Arctic from 2000 to 2017. *North Pacific Anadromous Fish Commission Tech Report*. 11:87-90. doi.org/10.23849/npafctr11/87.90. [en anglais seulement]

46. Dunmall, K.M., McNicholl, D.G., Farley, E. et Reist, J.D. 2021. Reported occurrences of Pacific Salmon in the Canadian Arctic continue to increase whereas reports of Atlantic Salmon sightings remain low. *North Pacific Anadromous Fish Commission Tech Report*. 17:88-91. doi:10.23849/npafctr17/88.91. [en anglais seulement]

47. Nielsen, J., Rosing-Asvid, A., Meire, L. et Nygaard, R. 2020. Widespread occurrence of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) throughout Greenland coastal waters. *J. Fish Biol.*, 96(6):1505-1507. doi: 10.1111/jfb.14318. [en anglais seulement]

48. Bilous, M. et K. Dunmall. 2020. Atlantic salmon in the Canadian Arctic: potential dispersal, establishment, and interaction with Arctic char. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. Disponible sur : <https://doi.org/10.1007/s11160-020-09610-2>.

49. Reist, J.D., Wrona, F.J., Prowse, T.D., Power, M., Dempson, J.B., Beamish, R.J., King, J.R., Carmichael, T.J. et Sawatzky, C.D. 2006. General effects of climate change on Arctic fishes and fish populations. *Ambio*, 35:370-380. doi: 10.1579/0044-7447(2006)35[370:GEOCCO]2.0.CO;2. [en anglais seulement]

50. Jonsson, B. et Jonsson, N. 2009. A review of the likely effects of climate change on anadromous Atlantic salmon *Salmo salar* and brown trout *Salmo trutta*, with particular reference to water temperature and flow. *J Fish Biol.*, 75(10):2381-2447. [en anglais seulement]

51. DeCicco, A.L. 1985 Inventory and cataloging of sport fish and sport fish waters in Western Alaska with emphasis on Arctic Char life history studies. Alaska Department of Fish and Game. Sport Fish Investigations of Alaska. 1985 Report F-9-17, Vol. 26. Disponible sur : [www.sf.adfg.state.ak.us/FedAidPDFs/FREDF-9-17\(26\)G-I-P-A.pdf](http://www.sf.adfg.state.ak.us/FedAidPDFs/FREDF-9-17(26)G-I-P-A.pdf). Consulté le 6 juil 2021. [en anglais seulement]
52. Behnke, R.J. 2002. Trout and Salmon of North America. Scott, G. (ed.). The Free Press. Toronto, ON. [en anglais seulement]
53. Carothers, C., Sformo, T.L., Cotton, S., George, J.C. et Westley, P.A.H. 2019. Pacific salmon in the rapidly changing arctic: Exploring local knowledge and emerging fisheries in Utqiagvik and Nuiqsut, Alaska. *Arctic*, 72(3):273-288. [en anglais seulement]
54. Farley, E., Murphy, J., Cieciel, K., Howard, K., Yasumiishi, E., Dunmall, K., Sformo, T., Rand, P. 2020. Response of Pink salmon to climate warming in the northern Bering Sea. *Deep Sea Research*, p.177. Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104830>.

Lectures complémentaires

- Bodaly, R.A., Jansen, W.A., Majewski, A.R., Fudge, R.J.P., Strange, N.E., Derksen, A.J. et D.J. Green. 2007. Postimpoundment time course of increased mercury concentrations in fish in hydroelectric reservoirs of northern Manitoba, Canada. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 53:379-389. [en anglais seulement]
- Bond, M.H., Miller, J.A. et Quinn, T.P. 2015. Beyond dichotomous life histories in partially migrating populations: cessation of anadromy in a long-lived fish. *J. Fish. Biol.*, 96(7):1899-1910. doi: [10.1890/14-1551.1](https://doi.org/10.1890/14-1551.1). [en anglais seulement]
- Chételat, J., Amyot, M., Arp, P., Blais, J.M., Depew, D., Emmerton, C.A., Evans, M., Gamberg, M., Gantner, N., Girard, C., Graydon, J., Kirk, J., Lean, D., Lehnher, I., Muir, D., Nasr, M., Poulain, A.J., Power, M., Roach, P., Stern, G., Swanson, H. et van der Velden, S. 2015. Mercury in freshwater ecosystems of the Canadian Arctic: Recent advances on its cycling and fate. *Science of the Total Environment*, 509-510:41-66. [en anglais seulement]
- Chételat, J., Shao, Y., Richardson, M.C., MacMillan, G.A., Amyot, M., Drevnick, P.E., Gill, H., Kock, G., and Muir, D.C.G. 2021. Diet influences on growth and mercury concentrations of two salmonid species from lakes in the eastern Canadian Arctic. *Environmental Pollution* 268:115820. [en anglais seulement]
- Dunmall, K.M., Mochnacz, N.J., Zimmerman, C.E., Lean, C. et Reist, J.D. 2016. Using thermal limits to assess establishment of fish dispersing to high-latitude and high-elevation watersheds. *Can J Fish Aquat Sci*, 73:1750-1758. doi:10.1139/cjfas-2016-0051. [en anglais seulement]
- Gantner, N., Veillette, J., Michaud, W.K., Bajno, R., Muir, D., Vincent, W.F., Power, M., Dixon, B., Reist, J.D., Usman, S.H. et Pienitz, R. 2012. Physical and Biological Factors Affecting Mercury and Perfluorinated Contaminants in Arctic Char (*Salvelinus alpinus*) of Pingualuit Crater Lake (Nunavik, Canada). *Arctic*, 65:195-206. [en anglais seulement]
- Gantner, N., Power, M., Babaluk, J.A., Reist, J.D., Köck, G., Lockhart, L.W., Solomon, K.R. et Muir, D.C.G. 2009. Temporal trends of mercury, cesium, potassium, selenium, and thallium in Arctic char (*Salvelinus alpinus*) from Lake Hazen, Nunavut, Canada: Effects of trophic position, size, and age. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 28:254-263. [en anglais seulement]

Kortsch, S., Primicerio, R., Fossheim, M., Dolgov, A.V. et Aschan, M. 2015. Climate change alters the structure of arctic marine food webs due to poleward shifts of boreal generalists. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282: 20151546. Disponible sur : doi: <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.1546>. [en anglais seulement]

Harwood, L.A. 2009. Status of anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) of the Hornaday River, Northwest Territories, as assessed through harvest-based sampling of the subsistence fishery, August-September 1990-2007. 2890, Central and Arctic Region, Fisheries and Oceans Canada, Yellowknife, NT. [en anglais seulement]

Harwood, L.A., Sandstrom, S.J. et Linn, E. 2009. Status of anadromous Dolly Varden (*Salvelinus malma*) of the Rat River, Northwest Territories, as assessed through sampling of the subsistence fishery (1995-2007). 2891, Central and Arctic Region Fisheries and Oceans Canada, Yellowknife, NT. [en anglais seulement]

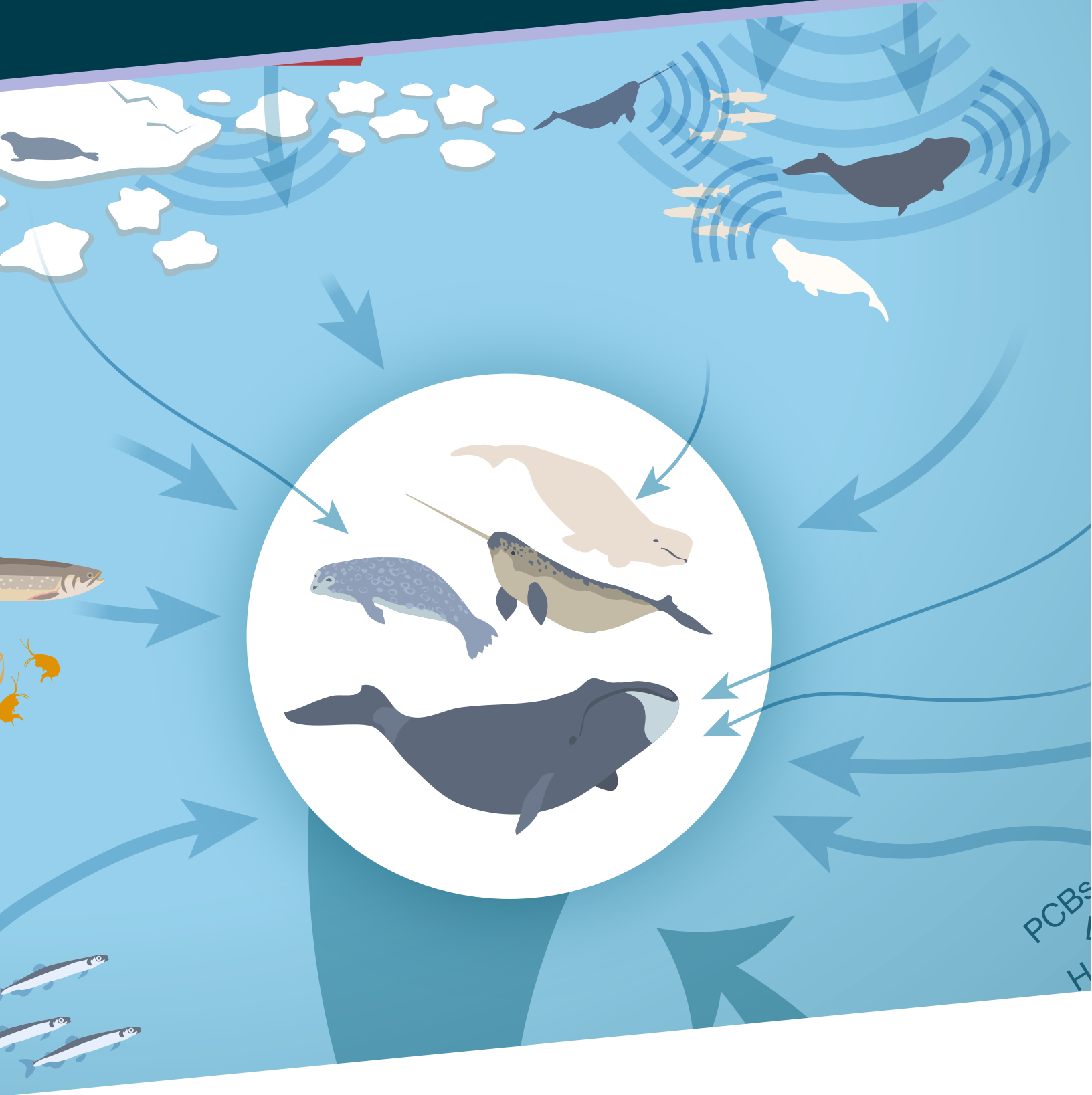
Martyniuk, M.A.C., Couture, P., Tran, L., Beaupré, L. et Power, M. 2020. Seasonal variation of total mercury and condition indices of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Northern Québec, Canada. *Science of the Total Environment*, p. 738. [en anglais seulement]

Swanson, H.K., Kidd, K.A. et Reist, J.D. 2011b. Quantifying importance of marine prey in the diets of two partially anadromous fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68:2020-2028. [en anglais seulement]

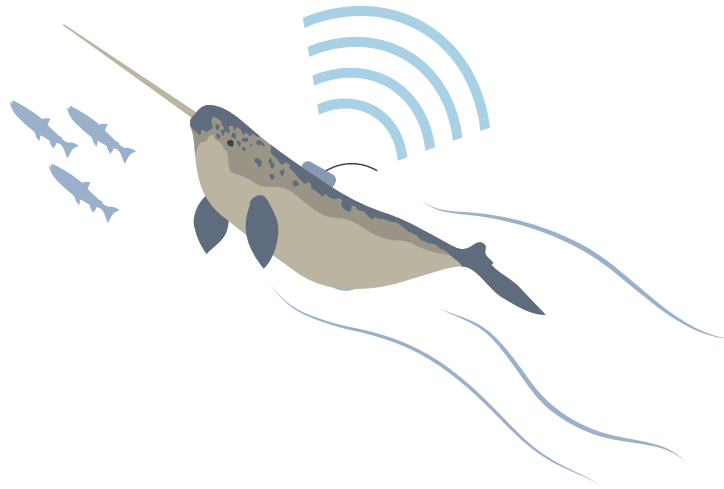
Fereidoon, S., Synowiecki, J. et Penney, R.W. 1993. Pigmentation of Arctic Char (*Salvelinus Alpinus*) by Dietary Carotenoids. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 2(1):99-115. https://doi.org/10.1300/J030v02n01_08. [en anglais seulement]

Swanson, H.K. et Kidd, K.A. 2010. Mercury Concentrations in Arctic Food Fishes Reflect the Presence of Anadromous Arctic Charr (*Salvelinus alpinus*), Species, and Life History. *Environmental Science and Technology*, 44:3286-3292. [en anglais seulement]

Swanson, H.K., Kidd, K.A. et Reist, J.D. 2010. Effects of Partially Anadromous Arctic Charr (*Salvelinus alpinus*) Populations on Ecology of Coastal Arctic Lakes. *Ecosystems*, 13:261-274. [en anglais seulement]



Les mammifères marins dans un océan Arctique en mutation

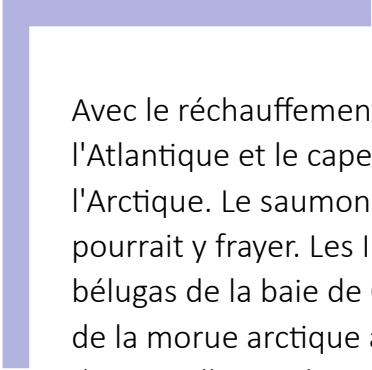


Résumé

Le monde marin de l'Arctique canadien regorge de vie. Des plantes microscopiques qui vivent sous la glace et alimentent l'écosystème en transformant les nutriments et la lumière du soleil en nourriture, aux baleines boréales de cent tonnes qui peuvent briser la glace pour respirer, c'est un écosystème comme aucun autre – un réseau complexe et interdépendant régi par les rythmes saisonniers de la glace de mer.

C'est aussi un écosystème fragile et vulnérable au changement climatique. À mesure que les températures moyennes de l'Arctique augmentent, la glace de mer se forme plus tard en automne, se brise plus tôt au printemps et recouvre moins l'océan. Cela a des conséquences pour les poissons et les mammifères marins, ainsi que pour la santé des communautés inuites qui en dépendent pour leur alimentation.

De nouvelles espèces arrivent. Il n'y a pas si longtemps, par exemple, les épaulards étaient rares dans le Haut-Arctique, mais les Inuits de cette région les voient de plus en plus. Ces petites baleines évitent la glace de mer car elle endommage leurs grandes nageoires dorsales. Avec des eaux plus libres, elles peuvent se déplacer vers le nord, où elles trouvent de nombreuses proies faciles à attraper. Les narvals, une source importante de nourriture pour certaines communautés inuites, ont peu d'expérience avec les épaulards et n'ont pas appris à s'en méfier.



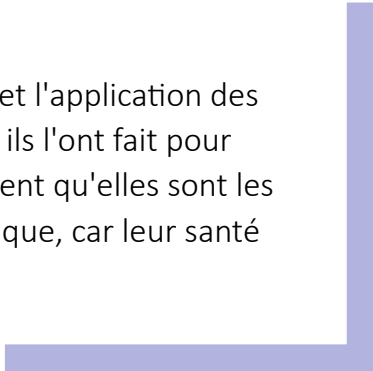
Avec le réchauffement des eaux, les poissons du sud comme le saumon de l'Atlantique et le capelan deviennent plus courants dans certaines parties de l'Arctique. Le saumon est apparu dans les lacs et les rivières de l'Arctique et pourrait y frayer. Les Inuits de Pangnirtung, au Nunavut, ont observé que les bélugas de la baie de Cumberland ont modifié leur régime alimentaire, passant de la morue arctique au capelan. Pendant la saison des eaux libres, ils voient de nouvelles espèces comme les baleines à bosse, les petits rorquals et les dauphins.

La diminution de la glace de mer permet aux navires d'atteindre plus facilement l'Arctique et allonge la saison de transport maritime. Le trafic maritime a triplé dans l'Arctique canadien entre 1990 et 2015, principalement dans les eaux du Nunavut. Le bruit des navires stresse les baleines en masquant les sons qu'elles utilisent pour communiquer entre elles, naviguer et trouver de la nourriture. L'augmentation du trafic accroît le risque de déversements d'hydrocarbures et de collisions avec les navires, qui sont souvent mortelles pour les baleines.

Les mesures de conservation, comme les zones de protection marine, peuvent sauvegarder les écosystèmes marins et aider à maintenir la sécurité alimentaire et l'économie des communautés qui en dépendent. Il existe trois zones de protection marine dans l'Arctique canadien. Les couloirs de navigation, les limites de vitesse (qui réduisent les collisions avec les navires) et les cartes de navigation précises pour réduire les risques d'accident peuvent également contribuer à protéger les baleines et les autres espèces marines.

Une conservation efficace du milieu marin arctique exige une compréhension approfondie de l'environnement local et des facteurs qui l'affectent. Le moyen le plus efficace d'y parvenir est de mener des recherches qui combinent les forces de la science et du savoir autochtone.

Les Inuits doivent jouer un rôle direct dans l'établissement et l'application des mesures de conservation du milieu marin arctique, comme ils l'ont fait pour les trois zones de protection marine. Les communautés savent qu'elles sont les plus concernées par la protection du milieu marin de l'Arctique, car leur santé en dépend.



Auteurs et contributeurs

William Halliday*

Wildlife Conservation Society Canada/Université
de Victoria
whalliday@wcs.org

Samantha McBeth*

Savoir polaire Canada
samantha.mcbeth@polar-polaire.gc.ca

Valeria Vergara

Raincoast Conservation Foundation

Steve Ferguson

Pêches et Océans Canada

Lisa Loseto

Pêches et Océans Canada/Université du Manitoba

Marianne Marcoux

Pêches et Océans Canada

Kristin Westdal

Ocean North

Andrea Niemi

Pêches et Océans Canada

Lois Harwood

Fisheries Joint Management
Committee, Territoires du Nord-ouest

Maya Gold

Pêches et Océans Canada

Dexter Koonoo**

Arctic Bay, Nunavut

Johnny Lennie**

Inuvik, Inuvialuit, Territoires du Nord-ouest

Nysana Qillaq**

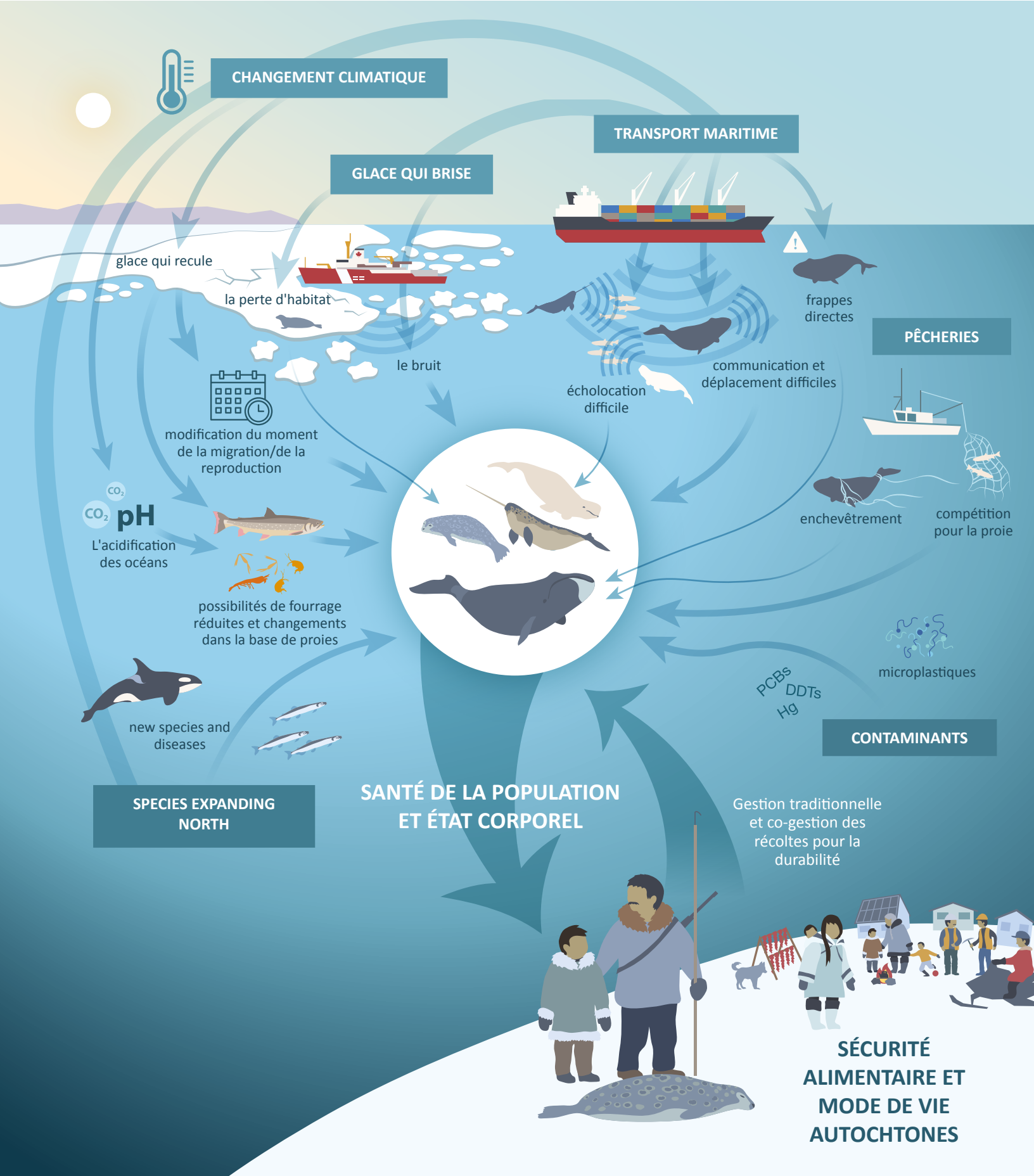
Clyde River, Nunavut

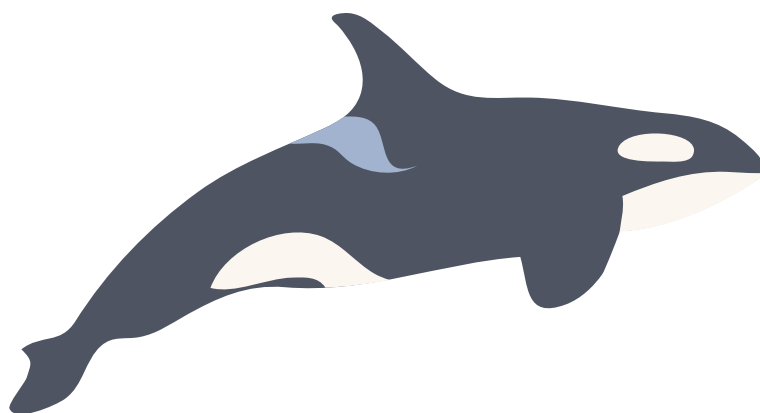
* Auteurs correspondants

** Détenteurs du savoir autochtone

Information sur la citation

Halliday, W., McBeth, S., Vergara, V., Ferguson, S.,
Loseto, L., Marcoux, M., Westdal, K., Niemi, A., Harwood,
L., Gold, M., Koonoo, D., Qillaq, N. et Lennie, J. 2022. Les
mammifères marins dans un océan arctique en mutation.
Savoir polaire : Rapport Aqhaliat, volume 4, Savoir
polaire Canada, p. 58–83. DOI: 10.35298/pkc.2021.03.fra





Introduction

L'océan Arctique abrite des milliers d'espèces, des algues microscopiques aux énormes baleines. Son écosystème unique tourne autour de la glace. La biodiversité de l'océan Arctique, ainsi que la répartition et l'abondance de ses baleines, ont changé au cours des dernières décennies en raison des modifications de l'écosystème liées à l'évolution du climat, y compris le déplacement des régimes de glace.¹

Les mammifères marins de l'Arctique sont bien adaptés aux caprices, aux fluctuations et aux cycles naturels de l'océan Arctique. Le changement climatique a un impact sur la glace de mer, ce qui représente un risque pour les réseaux alimentaires marins de l'Arctique et les espèces qui dépendent de la glace, comme la morue arctique.² Les grandes espèces sont plus touchées par les perturbations et les changements dans l'océan Arctique car elles migrent sur de longues distances et utilisent une variété d'habitats.

Les activités humaines provoquent également des changements. L'exploration pétrolière et gazière, la création et l'extension des routes maritimes, l'augmentation du trafic, le tourisme et la croissance des communautés sont autant de facteurs qui ont accru le niveau d'activité humaine dans les eaux arctiques. Comme la saison des glaces de mer raccourcit, les navires peuvent passer plus de temps dans l'Arctique, car des zones auparavant

inaccessibles s'ouvrent en raison de la réduction des glaces de mer due au changement climatique.

Cet article présente certaines des récentes recherches collaboratives sur la biodiversité marine de l'Arctique, où le savoir autochtone est mobilisé et inclus, en se concentrant ici sur les espèces exploitées comme le béluga, la baleine boréale et le narval. Il aborde certaines des questions clés que les participants des communautés de Kitikmeot et d'Ulukhaktok, NT, ont développées lors de *l'atelier régional de planification et de partage des connaissances en 2020*.

Aperçu par les détenteurs du savoir autochtone

Recherche sur le savoir inuit et la gestion marine

Des conseils de cogestion et des conseils de chasse régionaux, ainsi que des organisations de chasseurs et de trappeurs, ont été mis sur pied pour assurer une gestion saine et durable de la faune, y compris des baleines. Dans la Région désignée des Inuvialuit (RDI), trois groupes distincts de bélugas fréquentent les eaux littorales : un au Yukon et deux dans les Territoires du Nord-Ouest, respectivement au large de l'île Kendall et près de Tuktoyaktuk. Il y a des baleines boréales au large de la côte. Il n'y a actuellement aucun quota et environ 100 bélugas

sont récoltés chaque année. Les eaux peu profondes où ils sont chassés permettent aux chasseurs de les suivre facilement, de sorte que chaque année, seulement une ou deux de ces baleines chassées sont perdues.

Dans toutes les communautés nordiques, les chasseurs sont les principaux observateurs, et ils fournissent souvent des échantillons de leurs prises à des fins scientifiques.

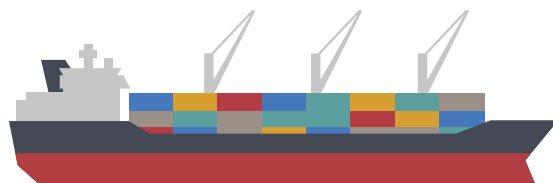
Les habitants d'Arctic Bay savent que le béluga et le narval mettent bas près de Resolute Bay. Auparavant, les bélugas arrivaient deux semaines avant les narvals dans la région, mais aujourd'hui, ils arrivent en même temps. Les relevés aériens permettent de surveiller les populations d'animaux et de mammifères marins à certains endroits. Il s'agit généralement de projets spécifiques à une espèce : narval dans et autour d'Arctic Bay, surveillance planifiée autour de Clyde River et ours polaires dans la région d'Inuvialuit. De nombreuses recherches ont été menées dans la région d'Inuvialuit au cours des dernières années, mais les communautés s'inquiètent du fait que les données n'ont pas été correctement analysées et partagées avec elles. Certains estiment que ces recherches nuisent à la faune.

Baleines et transport maritime

Dans la Région désignée des Inuvialuit (RDI), les bélugas migrent dans les eaux peu profondes des estuaires pour se reproduire. Au cours des dernières décennies, la principale activité maritime a été le transport maritime pour les communautés et les navires touristiques occasionnels. Des baleines ont été observées nageant à côté des navires, mais elles craignent les petits bateaux et reconnaissent le bruit de leurs moteurs. Très peu de baleines ont été heurtées par des navires dans la RDI.

Clyde River se trouve sur les routes de migration et de navigation des baleines. Les membres de la communauté y voient moins de baleines que dans les années 1990 et 2000, et beaucoup pensent que cela est dû à l'augmentation du transport maritime,

notamment celle de la mine de Baffinland. Clyde River a mis en place un projet de surveillance marine afin d'obtenir des preuves de l'impact de l'augmentation du transport maritime sur la vie marine, et jusqu'à présent, il semble que les phoques ne soient pas affectés par les navires de Baffinland. À Arctic Bay, la communauté voit davantage de bélugas, de narvals et de baleines boréales. On pense que cela est dû aux navires de Baffinland qui poussent les baleines vers l'ouest, loin des routes maritimes.



Zones de protection marine et autres mesures de protection

Des Zones de protection marine (ZPM) ont été créées dans le Nord pour aider à protéger les baleines et faire en sorte que les communautés puissent les exploiter. Il existe un sanctuaire de baleines boréales près de Clyde River, appelé la réserve nationale de faune de Ninginganiq. L'aire marine nationale de conservation Tallurutiup Imanga est en cours de création près de Pond Inlet. Les zones de protection marine Anguniaqvia Niqiqyuam et Tarium Niryutait, cette dernière étant composée de trois zones appelées Niaquunaq, Okeevik et Kitigaryuit, sont toutes situées dans la RDI. D'autres mesures de protection mises en œuvre dans la région d'Inuvialuit avec l'approbation du conseil de cogestion comprennent l'interdiction pour les navires de vider leurs eaux de cale, afin de se protéger contre la contamination et les espèces envahissantes.

Dans certaines régions de l'Arctique, les quotas peuvent être efficaces s'ils sont bien conçus et gérés de manière adéquate. Clyde River envisage de passer des quotas saisonniers à un système de quota unique qui permet le report des étiquettes non utilisées. Cela faciliterait la gestion de la récolte.

Changement climatique et autres impacts environnementaux

Le changement climatique fait que la glace se forme plus tard et se brise plus tôt au printemps. Cela pourrait avoir une incidence sur la migration des baleines. À Clyde River et Arctic Bay, les chasseurs doivent souvent voyager plus loin qu'auparavant pour trouver des baleines. Différentes espèces sont également observées plus fréquemment : le saumon d'eau salée à Arctic Bay (il est arrivé au cours des 5 ou 6 dernières années), les rorquals à bosse et les cachalots près de Clyde River, et les dauphins près de Pond Inlet. Les épaulards chassent dans Arctic Bay depuis aussi longtemps qu'on s'en souvienne, et les Inuits trouvent souvent les carcasses partiellement mangées qu'ils laissent derrière eux. Dans la région d'Inuvialuit, les épaulards sont rarement vus, mais ils le sont dans le détroit de Bering.

Les navires sont la principale source de préoccupation environnementale : le bruit, les eaux de cale et les déversements d'hydrocarbures. On s'inquiète de plus en plus du manque d'équipement, de formation et de capacité au niveau local pour faire face à une marée noire. Un déversement d'hydrocarbures doit être traité rapidement ; le fait de compter sur le gouvernement territorial et/ou fédéral pour intervenir retarderait l'intervention. Les collectivités reconnaissent l'impact potentiel d'un déversement d'hydrocarbures et le risque accru que représente l'augmentation du trafic de navires touristiques et de navires miniers. Dans des régions comme Clyde River, où les courants et les vents sont forts et changeants, toute contamination se propagerait largement, ce qui aurait des répercussions importantes sur l'environnement marin, notamment sur les poissons, les oiseaux, les mammifères et les Inuits qui dépendent de la faune pour se nourrir.

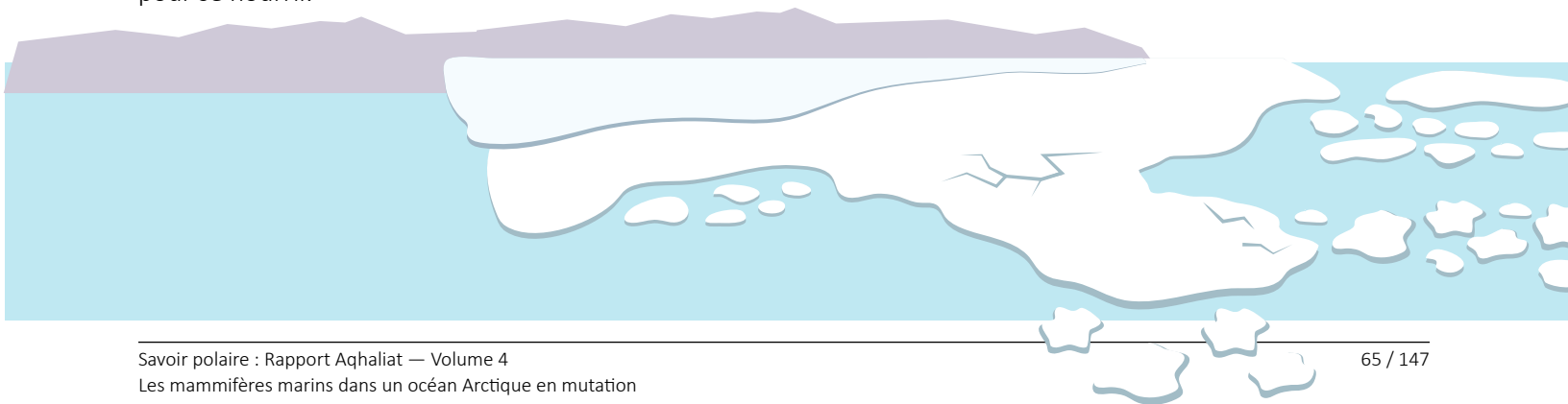
Glace mouvante et mammifères marins

La vie dans l'océan Arctique croît et décroît avec la glace de mer. Les changements saisonniers de la glace de mer affectent la quantité et le moment où l'énergie est disponible à la base de la chaîne alimentaire. La glace affecte directement les mouvements et les habitats de nombreuses espèces, des organismes microscopiques aux baleines, créant ainsi des habitats spécialisés. La glace de mer interagit également avec l'atmosphère et l'océan par le biais des vents ³ et des courants.

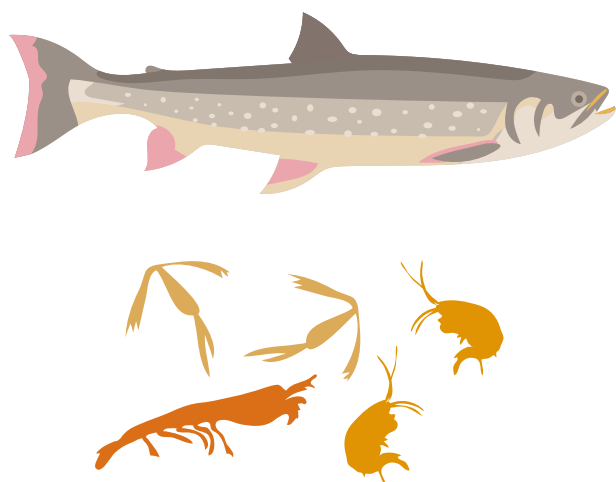
La glace de mer est à la fois une partie physique des eaux arctiques et un écosystème en soi. Elle abrite les phoques reproducteurs et constitue la source de nourriture de nombreux oiseaux, poissons et mammifères marins. Les communautés arctiques l'utilisent pour se déplacer et chasser.

Il existe de nombreux types de glace de mer. La glace saisonnière se forme et fond en un an. La glace pluriannuelle dure au moins deux étés. La banquise est fixée à la terre et reste en place, tandis que la banquise, qui est plus éloignée de la côte, se déplace au gré des vents et des courants.

La glace de mer plus ancienne a tendance à être plus épaisse, moins mobile et plus prévisible. Par exemple, Tuvaijuittuq (qui signifie « endroit qui n'est jamais sans glace de mer »), à l'extrémité nord de l'île Ellesemere au Nunavut, conserve plus de glace pluriannuelle que d'autres endroits. Ce sera probablement la dernière zone à avoir de la glace de mer en été. Cela s'explique par le fait que les vents amènent la glace dans cette zone depuis le centre de l'océan Arctique. Il y a plus de glace pluriannuelle



autour de l'archipel arctique canadien que partout ailleurs dans l'océan Arctique. La glace plus épaisse dure plus longtemps que la glace plus jeune et plus mince.⁴ Une glace plus résistante à la terre ferme entraîne une saison des glaces plus longue,⁵ et la formation de ponts de glace stables.⁶ Les vents dominants, qui changent par cycles, influencent le moment où la glace se forme et celui où elle disparaît. Les communautés sont préoccupées par les changements dans ce calendrier car ils ont un impact sur la sécurité des déplacements sur glace et sur la localisation des espèces marines.



La lumière du soleil, le ruissellement des rivières et la glace de mer influencent tous l'écosystème marin de l'Arctique. La glace de mer joue un rôle clé dans la quantité d'énergie, sous forme de nutriments, disponible à la base du réseau alimentaire, et à quelle période de l'année. La glace de mer affecte le transfert d'énergie dans l'ensemble du réseau alimentaire, ainsi que les mouvements et les habitats des espèces.

Le réchauffement de l'océan Arctique influe également sur les précipitations, en amenant davantage de neige sur la glace de mer. Le phytoplancton, les plantes microscopiques qui sont les producteurs primaires à la base du réseau

alimentaire, a besoin de nutriments et de lumière pour se développer. L'accumulation de neige limite la quantité de lumière qui atteint l'eau où ils vivent. Pour que la production démarre, l'écosystème marin a besoin d'eau libre ou d'étangs formés par la neige fondue sur la glace. Ces deux éléments laissent entrer plus de lumière dans l'eau que la neige. Les algues de glace, fixées au fond de la glace de mer, se développent en premier. Elles contiennent de la nourriture pour le zooplancton (animaux microscopiques) qui est adapté au moment de la croissance des algues de glace. Le phytoplancton se développe jusqu'à ce qu'il consomme tous les nutriments. Lorsque la croissance du phytoplancton est à son maximum, on parle d'efflorescence. Ces efflorescences sont très importantes pour le zooplancton et pour les espèces du fond marin, notamment les diverses espèces fourragères des mammifères marins.^{7,8}

La modification des périodes de formation et de disparition de la glace de mer a une incidence sur le calendrier de prolifération des algues, sur les espèces proies qui se nourrissent de ces fleurs, ainsi que sur la migration et la reproduction des mammifères marins. Dans de nombreuses régions, ces efflorescences se produisent plus tôt, et davantage sous la glace avant la débâcle complète.^{9,10} Une efflorescence précoce ou tardive signifie que le phytoplancton peut couler au fond avant que le zooplancton n'ait la possibilité de le manger.¹¹ En outre, les changements dans la glace de mer pourraient signifier que les proies des mammifères marins pourraient obtenir plus d'énergie des sources pélagiques (phytoplancton) plutôt que des sources d'énergie associées à la glace (algues de glace). On ne sait toujours pas si la quantité et la qualité de la nourriture des mammifères marins changent avec la glace de mer, si c'est le cas partout, et à quelle vitesse ces changements peuvent se produire.

Méthodes de collecte de données sur les mammifères marins

Les programmes de collecte de données sur les mammifères marins fonctionnent mieux lorsque les scientifiques et les détenteurs du savoir autochtone les conçoivent ensemble.

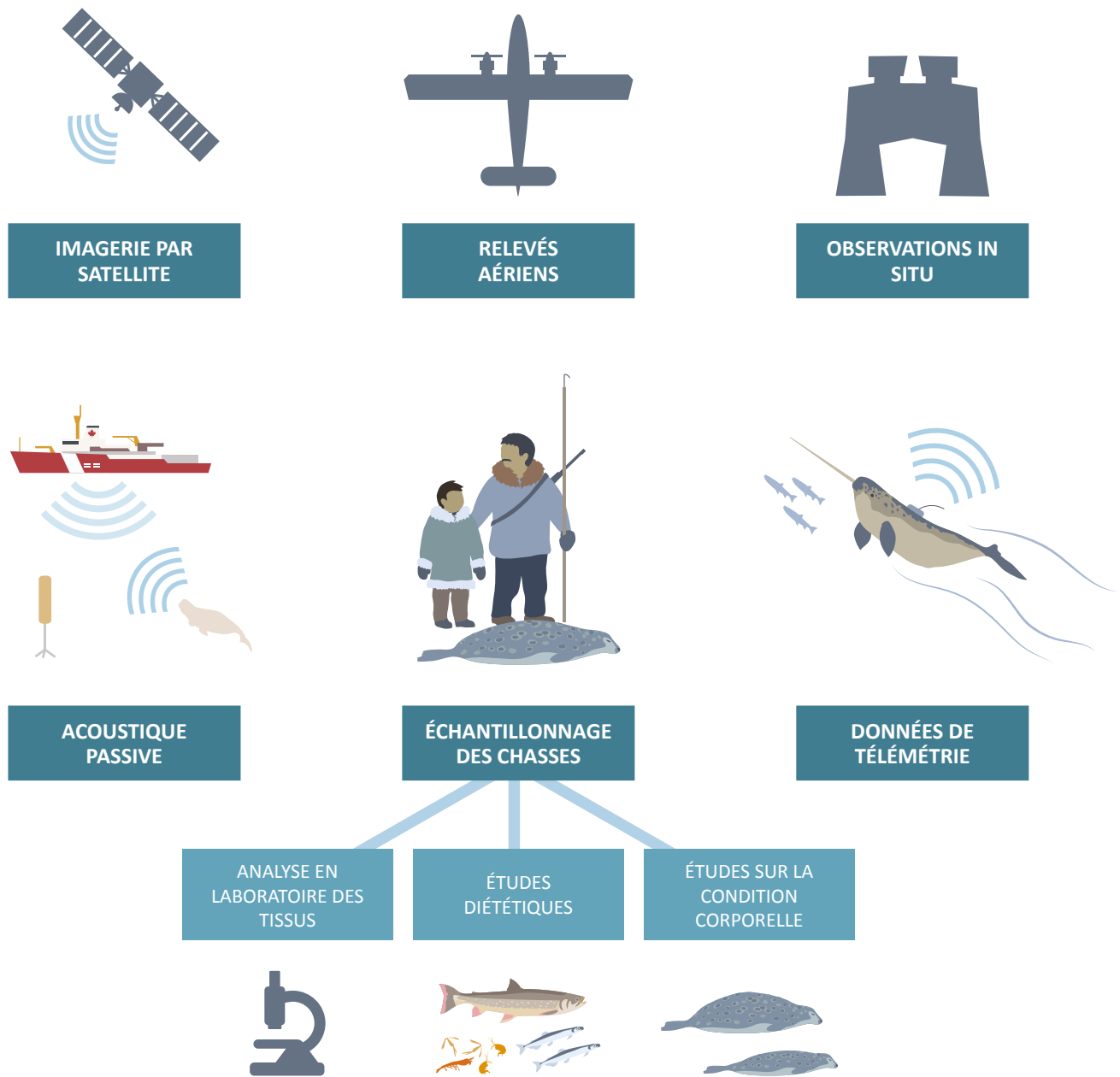


Figure 1 : Méthodes de collecte de données sur les mammifères marins, qui comprennent l'imagerie par satellite, les enquêtes aériennes, les observations in situ, l'acoustique passive, les données de télémétrie et l'utilisation d'échantillons provenant de la chasse, comme l'analyse en laboratoire des tissus, les études sur le régime alimentaire et l'étude de l'état corporel.

En travaillant ensemble, les scientifiques et les détenteurs du savoir autochtone conçoivent, planifient et étudient les mammifères marins par le biais de ces approches (voir la figure 1) :

- Observation directe
- Observation et suivi indirects (effectués à distance avec des instruments)
- Prélèvement d'échantillons de tissus et mesure des animaux récoltés

Observation directe

Les observations directes sont effectuées à partir du rivage, de la glace, d'un bateau ou d'un avion, par des chasseurs et/ou des scientifiques, in-situ. Les observations des chasseurs fournissent des informations importantes qui complètent les connaissances scientifiques.¹² Les chasseurs sont des observateurs compétents et expérimentés qui remarquent et s'appuient sur des éléments tels que le comportement des animaux, leur état de santé et leur condition physique, l'endroit où ils se trouvent et le moment où ils se trouvent, leur abondance et les changements dans la structure d'âge, la structure du groupe et la reproduction – sur des périodes courtes et longues, allant de saisons à des décennies.

Observations à partir du rivage

Les observations à partir du rivage, de l'eau ou de la banquise fournissent des informations sur le comportement des mammifères marins et leur nombre relatif. Les observations à partir du rivage ont été utilisées pour évaluer l'impact du transport maritime de la mine Baffinland de Mary River.



Observation à distance/indirecte

Données de suivi

La télémétrie par satellite utilise des balises qui sont de petits ordinateurs fixés aux mammifères marins et qui enregistrent des informations telles que :



- l'emplacement de l'animal
- la profondeur à laquelle l'animal plonge
- la température et la salinité de l'eau
- les sons que l'animal fait ou qu'il pourrait entendre¹³

Les étiquettes sont fixées à un mammifère marin à l'aide d'une arbalète ou d'une perche, ou en capturant et en retenant temporairement l'animal dans un filet. Les connaissances et les compétences des détenteurs du savoir autochtone sont essentielles pour effectuer cette opération en toute sécurité et avec succès. La pose d'un filet sur un mammifère marin est stressante pour l'animal, mais une étude récente a montré que les narvals retrouvaient leur comportement normal dans les 24 heures suivant le marquage.¹⁴

Les études de marquage aident à identifier les stocks de narvals,¹⁵ à déterminer les habitats importants dans l'Arctique pacifique^{16, 17, 18} et à étudier l'impact des épaulards sur les baleines boréales.¹⁹

Surveillance acoustique passive

Les sons sous-marins fournissent des informations sur les baleines et les sons de leur environnement.²⁰ En enregistrant les cris des mammifères marins, les scientifiques peuvent déterminer leur présence et leur distribution, estimer leur nombre et se faire une idée de leur comportement.



Enquêtes aériennes

Des observateurs volant dans des avions effectuent des relevés aériens pour estimer la distribution, l'abondance relative et la taille des populations de mammifères marins dans l'Arctique. Ces relevés consistent en des lignes de vol planifiées dans des zones que les mammifères utilisent. Le plan de vol est basé sur :

- des informations provenant des détenteurs du savoir autochtone
- la répartition connue et l'abondance relative ou prévue des mammifères marins
- les enquêtes précédentes

Imagerie aérienne / satellite

Les drones prennent des photos à plus basse altitude qui peuvent montrer l'état corporel des baleines, leur comportement et la composition par âge et par sexe de leurs groupes.

Les photographies prises depuis des avions peuvent couvrir de vastes zones.

Les images satellites peuvent montrer les bélugas, les narvals et les baleines boréales.²¹ Les bélugas sont les plus faciles à détecter car leur peau blanche contraste avec l'eau.

Prélever des échantillons de tissus et prendre des mesures sur les animaux

Des échantillons de tissus provenant du foie, du lard ou de la peau peuvent indiquer si le corps de l'animal contient des contaminants tels que le mercure. Les échantillons de sang aident à détecter les maladies et autres problèmes de santé, ou les changements de régime alimentaire.^{22, 23, 24}

L'enregistrement de la taille, de l'âge et du sexe des animaux révèle des informations sur leur santé ainsi que sur la croissance et la dynamique de la population.²⁵



Images of belugas taken from a) a drone in the Churchill River at about 16 m altitude, b) a Twin Otter aircraft in Clearwater Fjord (Nunavut), at 600 m and c) a satellite in Clearwater Fjord from space.

Figure 2 : Images satellites montrant des bélugas, des narvals et des baleines boréales trouvées dans un rapport de Charry et al. 2021.²² Crédit photo A et B : Pêches et Océans Canada, © 2020, DigitalGlobe Inc.

Changements dans la répartition des baleines arctiques au fil du temps

Les bélugas, y compris leurs baleineaux, sont bien connus pour passer l'été dans les eaux chaudes et moins salées de certains estuaires. Les baleines boréales ont tendance à utiliser différents lieux d'estivage, changeant leur habitat en fonction de l'endroit où les conditions de l'océan et de la glace concentrent leurs proies. Le narval utilise normalement les bras de mer profonds et les fjords comme habitat d'été pour l'élevage des baleineaux, bien qu'il soit connu pour changer ses routes de migration en réponse aux variations annuelles de la glace de mer.

Les baleines, qui sont de gros corps, pourraient avoir plus de difficultés à s'adapter et à prospérer dans des eaux plus chaudes, avec des vents plus forts et des tempêtes, comme cela est prévu pour l'Arctique.

Les prédateurs, les concurrents et les changements dans les proies affectent la distribution des baleines

arctiques. Lorsque la glace de mer diminue, les baleines arctiques sont plus vulnérables aux épaulards. Les bélugas peuvent également perdre l'accès à leur proie préférée, la morue arctique, qui est associée à la glace de mer.

Depuis des millénaires, les épaulards migrent chaque été vers l'Arctique et l'Antarctique, où ils trouvent une nourriture abondante. Par le passé, ils n'y restaient pas longtemps car ils ont tendance à éviter la glace de mer, qui peut endommager leur grande nageoire dorsale. Avec moins de glace et des saisons d'eau libre plus longues, les épaulards peuvent passer plus de temps dans l'Arctique canadien. Un modèle montre qu'une population de près de 200 épaulards devrait manger environ un millier de narvals lorsqu'elle réside dans la région de l'AMNC de Tallurutiup Imanga (détroit de Lancaster) en été. On ne sait toujours pas quel sera le véritable impact des épaulards sur les narvals pendant les étés sans glace plus longs, et la surveillance sera importante. Les modèles estiment qu'ils peuvent manger un grand nombre de proies auxquelles les épaulards ne sont pas habitués.



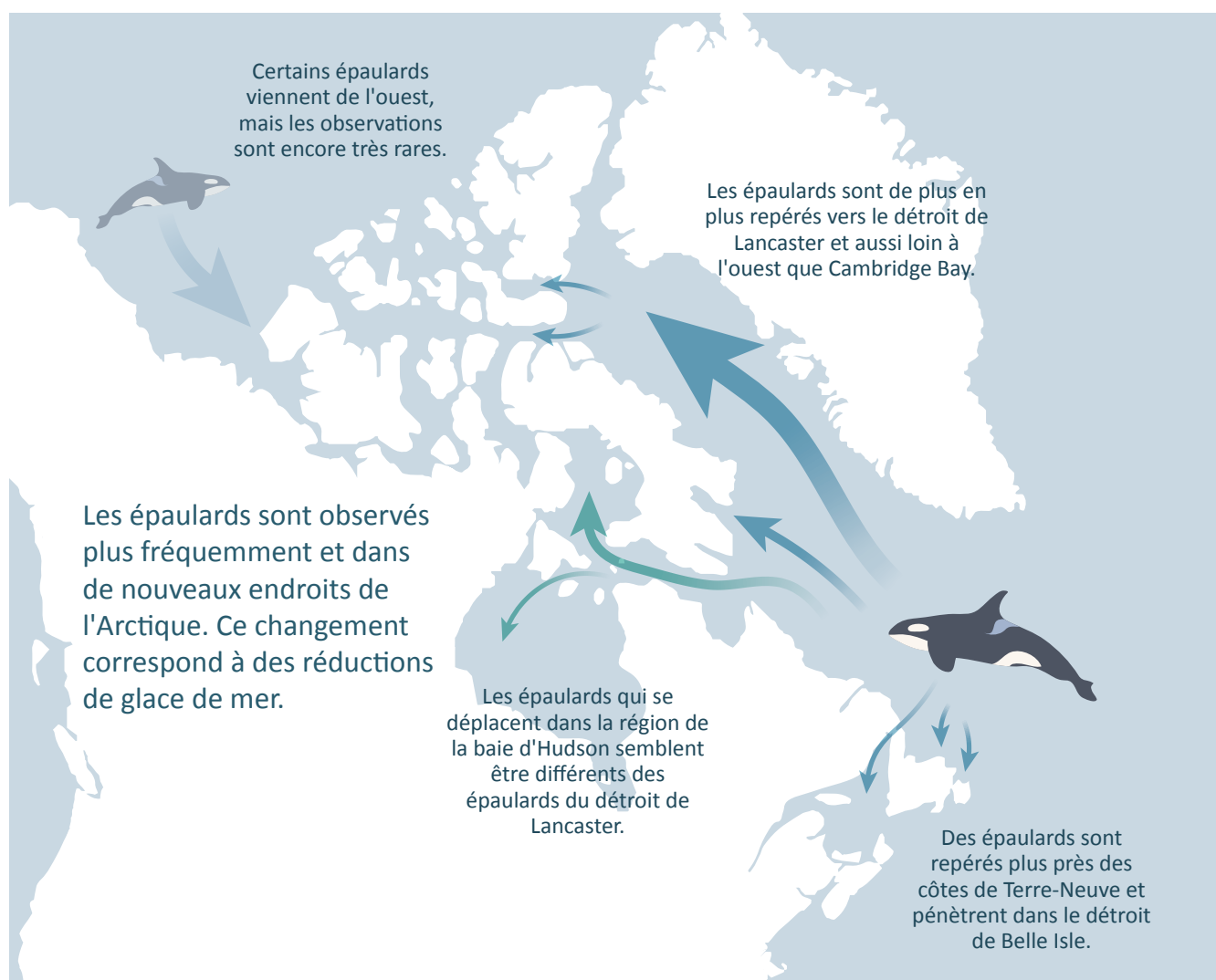


Figure 3 : Les épaulars sont repérés de plus en plus fréquemment et dans de nouveaux endroits dans l'Arctique, vus au nord et à l'ouest de la mer du Labrador, se déplaçant dans la baie d'Hudson, l'AMNC de Tallurutiup Imanga (détroit de Lancaster) et jusqu'à Cambridge Bay. Les baleines qui sont présentes dans le bassin de Beaufort peuvent rarement être repérées dans l'Arctique de l'Ouest.

L'écosystème marin de l'Arctique se nourrit de la graisse des algues de la glace par l'intermédiaire d'espèces telles que les copépodes, les crevettes et surtout la morue arctique, qui constituent la nourriture d'une multitude d'animaux sauvages, notamment les bélugas et les phoques.

Le capelan est également un poisson fourrage important, de plus en plus ces dernières années. Il vit généralement dans les eaux tempérées, mais s'est

déplacé vers le nord dans les régions arctiques avec le réchauffement des températures océaniques. Le capelan est maintenant couramment capturé dans des endroits où la morue arctique était autrefois prédominante.

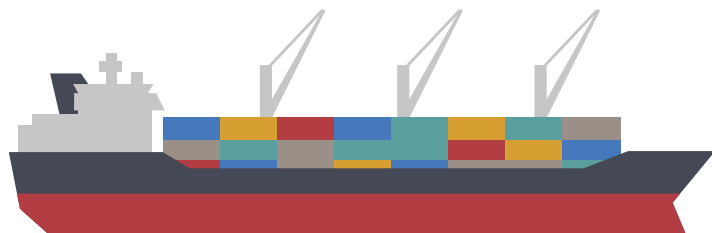
Nous ne savons pas comment les changements de la communauté de poissons affectent les réseaux alimentaires de l'Arctique et les baleines. Dans la baie de Cumberland, le capelan a augmenté

avec la perte de la glace de mer. Les bélugas ont modifié leur régime alimentaire, passant de la morue arctique dans les années 1990 au capelan dans les années 2000. Parallèlement, les phoques du Groenland en sont venus à dominer la baie de Cumberland pendant la saison des eaux libres, laissant les phoques annelés dominer la saison des glaces de mer en hiver. Pendant la saison d'eau libre, la région a connu un afflux important de nouvelles espèces, notamment des baleines à bosse, des petits rorquals et des dauphins. Des changements similaires pourraient se produire plus au nord. L'archipel arctique pourrait devenir le dernier refuge pour les baleines arctiques endémiques, le béluga, la baleine boréale et le narval.

Ces changements auront une incidence sur les aliments traditionnels des communautés inuites. Les communautés ont besoin d'informations sur les schémas actuels et prévus de déplacement des animaux et d'utilisation des habitats pour les aider à s'adapter.

Impacts du transport maritime et des navires

La diminution de la glace de mer signifie que les navires peuvent atteindre l'Arctique plus facilement et que la saison de transport maritime s'allonge. Le trafic maritime a triplé dans l'Arctique canadien entre 1990 et 2015, principalement dans les eaux du Nunavut.³⁰ Pour les mammifères marins, les navires présentent des risques de collision, de pollution et de bruit sous-marin qui peuvent perturber ou déplacer les mammifères marins de leurs habitats et de leurs voies de migration.^{31, 32}



Impacts du bruit provenant du transport maritime

Le bruit des bateaux motorisés a un impact sur les espèces de mammifères marins de plusieurs façons.

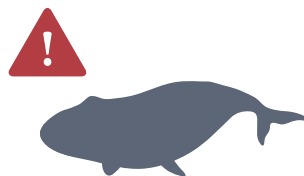
Troubles du comportement

Les mammifères marins réagissent différemment au bruit. Leur réaction peut dépendre des éléments suivants :

- l'exposition antérieure de l'individu au bruit
- les individus s'habituent au bruit de sorte qu'ils ne le considèrent plus comme une menace
- la tolérance individuelle au bruit et la sensibilité auditive
- âge
- sexe
- la composition du groupe (p. ex., la présence de veaux)
- les caractéristiques du bruit
- comment le son se déplace dans l'habitat
- les niveaux de bruit normaux dans l'environnement naturel de l'animal³³

Certaines réactions, comme le fait de s'éloigner de ses habitats préférés, de ne pas manger ou d'interrompre l'allaitement, peuvent affecter la croissance, la reproduction et la survie.

Il existe peu d'études sur les impacts du bruit des navires ou du bruit des brise-glace sur le comportement des mammifères marins de l'Arctique.^{34, 35} Nous ne savons pas encore quels niveaux de bruit amènent les baleines à modifier leur comportement. Nous avons la preuve que les baleines arctiques fuient le bruit des navires, parfois lorsque ce bruit est à peine audible.



Masquage du signal

Masquage de la communication

Le bruit des navires masque les sons que les baleines émettent pour communiquer. Les baleineaux sont particulièrement vulnérables car leurs cris sont plus faibles que ceux des adultes. Si une mère n'entend pas son baleineau, ils peuvent être séparés, ce qui est très dangereux pour le baleineau.³⁶

Masquage d'écholocation

Les bélugas et les narvals font des bruits de claquement et utilisent les échos pour trouver de la nourriture, naviguer et éviter les dangers. C'est ce qu'on appelle l'écholocation. Le bruit des navires peut réduire la distance sur laquelle une baleine peut entendre ses échos. Cela peut nuire à l'alimentation, la navigation, l'orientation et l'évitement des dangers de la baleine.³⁷

Déficience auditive

Le bruit des navires peut endommager l'ouïe d'une baleine de façon temporaire ou permanente,³⁸ mais nous ne savons pas quels niveaux ou quelles caractéristiques du bruit des navires de longue durée peuvent avoir cet effet, et cela varie selon les espèces.³⁹



Collisions avec des navires

Les baleines fuient généralement les bruits sous-marins et les navires qui les provoquent - mais pas toujours. Les collisions avec les navires

blesent et tuent les baleines. Les baleines sont plus susceptibles d'être touchées lorsqu'elles se nourrissent près de la surface, et juste sous la surface en raison de l'effet de succion des hélices. Les navires rapides sont les plus dangereux. Il existe des preuves de collisions avec des navires pour une seule espèce de baleine arctique, la baleine boréale.^{40, 41}

Déversements de pétrole

Les eaux peu profondes et les cartes médiocres exposent l'Arctique à des risques de déversement de pétrole. Une marée noire pourrait s'étendre largement et être difficile à nettoyer en raison des facteurs suivants :

- l'éloignement de l'Arctique
- la difficulté d'atteindre un déversement loin d'une communauté
- l'absence d'infrastructures, de protocoles et de plans suffisants pour contenir et nettoyer une marée noire
- La glace de mer rendrait impossible le nettoyage de tout déversement et ferait en sorte que le pétrole se répande davantage

L'huile peut endommager la fourrure, la peau et les yeux d'un animal, et bloquer ses narines et ses évents. L'ingestion d'huile peut rendre un animal malade.

Impacts indirects du transport maritime sur l'exploitation des mammifères marins

Les perturbations causées par les navires peuvent inciter les mammifères marins à quitter une zone où les Inuits ont l'habitude de les chasser.

Près de la communauté de Mittimatalik (Pond Inlet), au nord de Baffin, le trafic maritime a été multiplié par trois en 2011-2015 par rapport à 1990-2000. Les navires qui ont le plus augmenté sont les navires touristiques et les navires desservant la mine de Baffinland Mary River. Ils traversaient une zone importante pour la recherche de nourriture,

l'accouplement et la mise bas des narvals ^{42, 43, 44} et pour la mise basse des phoques. Il est essentiel de comprendre comment le transport maritime peut avoir un impact sur ces fonctions vitales essentielles, qui peuvent à leur tour affecter la sécurité alimentaire des communautés du Nord. Les études scientifiques ne se sont pas penchées sur cette question, bien que les membres des communautés l'aient identifiée comme une préoccupation. ⁴⁵

Politiques de transport maritime et mesures de gestion pour réduire les impacts

La façon la plus évidente de réduire l'impact des navires sur les mammifères marins est d'éloigner les navires des zones importantes telles que les habitats de recherche de nourriture. Les zones interdites, y compris les ZPM officielles (voir la section sur les zones de protection marine) et les couloirs de navigation qui évitent les habitats importants des mammifères marins peuvent être efficaces. ⁴⁶

Les restrictions de vitesse sont également utiles : les navires plus lents sont plus silencieux et moins susceptibles de heurter les baleines. ⁴⁸

La meilleure façon de réduire le risque de déversement d'hydrocarbures est de diminuer le risque d'accident en éloignant les navires des eaux non répertoriées et en cartographiant ces eaux. ⁴⁹

Outils pour la conservation des espèces marines, de leurs proies et de leurs habitats dans l'Arctique canadien

Cogestion

La cogestion désigne les accords conclus entre le gouvernement et les peuples autochtones du Canada pour prendre conjointement les décisions relatives à l'utilisation des terres et à la gestion des ressources. Les conseils de cogestion dans les régions où les revendications territoriales sont réglées, et d'autres conseils et comités consultatifs

dans les régions où les revendications sont en cours de négociation, visent à assurer la conservation des espèces, de leurs proies et de leurs habitats.

Les conseils de cogestion mobilisent le savoir autochtone des communautés qu'ils servent et l'appliquent à la conservation marine. Ils ont montré la voie en développant de nouvelles approches qui impliquent les détenteurs du savoir autochtone dans les études écologiques et biologiques de manière authentique et efficace. ⁵⁰

Types d'outils pour la conservation des espèces marines

Le littoral du Canada est le plus long de tous les pays du monde. En 2021, le gouvernement du Canada s'est engagé à protéger 25 % de ses zones marines et côtières d'ici 2025, pour atteindre 30 % d'ici 2030. Pour aider à atteindre ces objectifs de conservation et à se protéger contre la perte de biodiversité et d'habitat marin, et pour relever les défis du changement climatique, le budget fédéral de 2021 prévoyait un financement de 976,8 millions de dollars sur cinq ans, à partir de 2021-2022.

Au total, le Canada dispose d'environ huit outils législatifs ou réglementaires fédéraux et 40 provinciaux/territoriaux pour établir des zones protégées à composante marine.

Les zones de protection marine sont le principal outil de conservation marine au Canada. L'Union internationale pour la conservation de la nature définit une zone de protection marine comme « un espace géographique clairement défini, reconnu, dédié et géré, par des moyens juridiques ou d'autres moyens efficaces, pour réaliser la conservation à long terme de la nature avec les services écosystémiques et les valeurs culturelles associés ».



Le gouvernement canadien peut invoquer la protection marine légiférée de trois façons, selon le ministre responsable de son établissement :

- Zones de protection marine (*Loi sur les océans*) administrées par Pêches et Océans Canada;
- Aires marines nationales de conservation (*Loi sur les aires marines nationales de conservation du Canada*) relevant de Parcs Canada (tel que l'AMNC de Tallurutiup Imanga dans le détroit de Lancaster);
- Les réserves nationales de faune en vertu de la *Loi sur les espèces sauvages du Canada*, administrées par Environnement Canada.

Il y a actuellement 14 zones de protection marine en vertu de la Loi sur les océans au Canada, dont trois dans l'Arctique :

- Tarium Niryutait (2010)
- Anguniaqvia Niqiqyuam (2016)
- Tuvaijuittuq (2019)

Les outils de conservation marine connus sous le nom « d'autres mesures efficaces de conservation par zone » assurent également une protection mais ne répondent pas à la définition de l'Union internationale pour la conservation de la nature d'une aire marine protégée. Ils peuvent s'appliquer à certains moments, dans certains endroits : par exemple, pour protéger les poissons pendant le frai ou les oiseaux pendant la nidification. La zone de conservation de l'éventail de Disko est un exemple « d'autres mesures efficaces de conservation par zone ». Véritable refuge marin, elle protège les coraux uniques du sud de la baie de Baffin en limitant l'utilisation d'équipements de pêche commerciale qui entrent en contact avec le fond marin. Ce site présente également des avantages en matière de conservation pour les narvals, les cachalots et les baleines à bec communes qui fréquentent la zone. « D'autres mesures efficaces de conservation par zone » sont reconnues pour leur valeur en matière de conservation des espèces et des habitats (biodiversité) et elles seront probablement utilisées davantage à l'avenir.

Les aires marines protégées peuvent protéger les plantes, les animaux et les habitats. Elles peuvent améliorer la résilience des écosystèmes et profiter aux zones situées en dehors de leurs limites. Les recherches montrent qu'elles ont permis d'améliorer efficacement l'écosystème marin local :

- accroître la biodiversité et la richesse des espèces
- la restauration de la structure communautaire et l'unicité
- renforcer la capacité des écosystèmes à résister, à se rétablir ou à s'adapter aux perturbations (telles que celles causées par la surexploitation ou le changement climatique)⁵¹

Les zones de protection marine renforcent l'économie des communautés côtières en fournissant des emplois dans les domaines de la conservation et du tourisme, tout en protégeant les possibilités de récolte de subsistance.

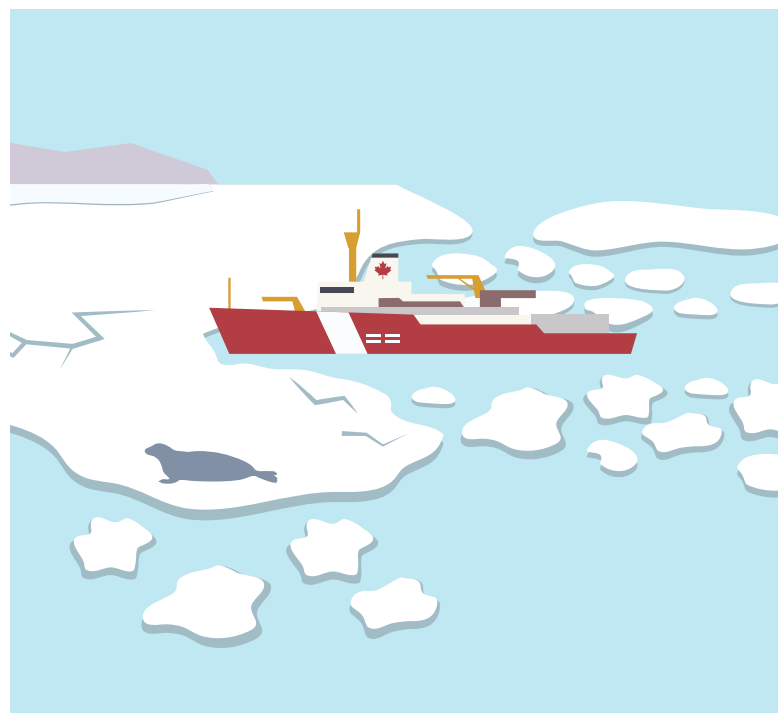


Tableau 1 Exemples de zones de protection marine dans l'Arctique canadien.

Désignation	Préoccupations régionales	Objectif de conservation
ZPM de Tarium Niryutait	La première ZPM de l'Arctique canadien. Elle a été désignée en vertu de la Loi sur les océans du Canada (1996) en 2010. Située dans la mer de Beaufort canadienne et dans la région désignée des Inuvialuit, elle se compose de trois sous-régions distinctes couvrant environ 1 800 km ² de Niaqunnaq (Shallow Bay), Okeevik (East Mackenzie Bay) et Kittigaryuit (Kugmallit Bay). Sa création est le fruit d'une collaboration entre l'Inuvialuit Regional Corporation, le Conseil inuvialuit de gestion du gibier, le Comité mixte de gestion de la pêche et Pêches et Océans Canada (MPO).	<i>Conserver et protéger les bélugas et les autres espèces marines, leurs habitats et l'écosystème qui les soutient.</i>
ZPM de Anguniaqvia niqiqyuam (ANMPA)	<p>La deuxième ZPM de l'Arctique canadien. Elle a été désignée en vertu de la Loi sur les océans du Canada (1996) en 2016. Il s'agit de la première ZPM au Canada pour laquelle des objectifs de conservation fondés sur la science et le savoir autochtone ont été élaborés. Sa création est également le fruit d'une collaboration entre la Société régionale inuvialuit, le Conseil inuvialuit de gestion du gibier, le Comité mixte de gestion de la pêche et Pêches et Océans Canada.</p> <p>Situé dans la baie Darnley, dans les Territoires du Nord-Ouest, dans la zone de gestion du grand océan de la mer de Beaufort et dans la région désignée des Inuvialuit. Elle couvre une superficie de 2 361 km² et borde la côte est de la péninsule Parry, à environ 10 km à l'ouest de Paulatuk. La communauté utilise l'ANMPA pour les déplacements, l'éducation et d'autres activités traditionnelles, et considère la majeure partie de l'ANMPA comme ayant une " importance extrême " tout au long de l'année.</p> <p>L'ANMPA a reconnu la récolte de subsistance comme un objectif clé. Grâce à ce type d'approche, les mesures de conservation par zone s'efforcent de maintenir les services écosystémiques clés, tout en améliorant les pratiques de gestion autochtones durables.</p>	<p>7. «...maintenir l'intégrité de l'environnement marin au large du Refuge d'oiseaux migrateurs (ROM) du cap Parry de sorte qu'il soit productif et permette une alimentation de haut niveau trophique en veillant à ce que les polynies du cap Parry et l'habitat de glace de mer associé, ainsi que le rôle des principales espèces-proies (par exemple, la morue arctique), ne soient pas perturbés par les activités humaines.»</p> <p>8. «...maintenir l'habitat pour soutenir les populations d'espèces clés (béluga, omble, phoques annelés et barbus).»</p>

Tableau 1 continue...

Tableau 1 Exemples de zones de protection marine dans l'Arctique canadien.

Désignation	Préoccupations régionales	Objectif de conservation
ZPM de Tuvaijuittuq	<p>Cette aire marine d'importance culturelle et historique se trouve dans le Haut-Arctique, au large de la côte nord-ouest de l'île d'Ellesmere, au Nunavut. Elle est unique à l'échelle mondiale, nationale et régionale en raison de sa banquise pluriannuelle.</p> <p>Tuvaijuittuq est la première zone de protection marine désignée par arrêté ministériel en vertu de la Loi sur les océans pour une protection provisoire en 2019. En vertu de l'arrêté, aucune activité humaine nouvelle ou supplémentaire ne sera autorisée dans la zone pendant une période pouvant aller jusqu'à cinq ans, sauf pour les exceptions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ L'exercice des droits des Inuits en matière de récolte des ressources fauniques, tel que prévu par l'Accord du Nunavut. ■ Recherche scientifique marine compatible avec les objectifs de conservation de la ZPM ■ Activités de sûreté, de sécurité et d'urgence ■ Certaines activités exercées par un ressortissant, une entité, un navire ou un État étranger. <p>La ZPM assure une protection provisoire de la zone pendant que la Qikiqtani Inuit Association, le gouvernement du Nunavut et le gouvernement du Canada travaillent avec des partenaires inuits et nordiques pour explorer une protection à plus long terme de cette zone.</p>	<p><i>Contribuer à la conservation, à la protection et à la compréhension de la diversité naturelle, de la productivité et du dynamisme de l'écosystème de la glace de mer du Haut-Arctique.</i></p>

Comment ces zones de protection marine sont-elles gérées ?

Les populations locales et autochtones peuvent prendre les premières mesures pour créer une zone de protection marine, et elles peuvent la gérer une fois qu'elle est établie. Trois réserves nationales de faune sur la côte nord-est de l'île de Baffin ont été identifiées dans le cadre de l'Entente sur les

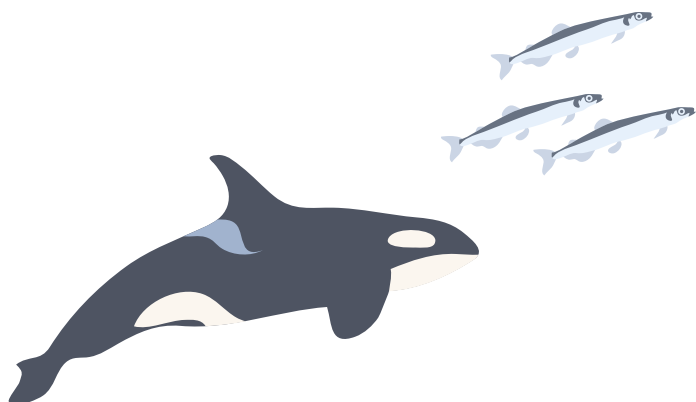
répercussions et les avantages pour les Inuits des réserves nationales de faune et des refuges d'oiseaux migrateurs dans la région du Nunavut. Cette entente est le fruit d'une collaboration entre les Inuits de la région du Nunavut et le gouvernement du Canada, sous l'autorité de la revendication du Nunavut. Ces accords exigent la création de comités de cogestion pour les réserves nationales de faune afin de conseiller le ministre fédéral de l'Environnement et



du Changement climatique sur tous les aspects de la planification et de la gestion. La gestion collaborative avec les communautés et les détenteurs du savoir autochtone garantit que l'expertise inuite et les meilleures données scientifiques sont combinées efficacement dans toutes les prises de décision relatives à la ZPM.

Investir dans la conservation marine au Canada

L'Arctique abrite maintenant un certain nombre de zones de protection marine récemment établies au Canada. L'environnement marin de l'Arctique est fragile, lent à changer et facile à perturber. Il est très sensible aux effets des changements climatiques et des activités humaines.⁵³ Les zones de protection marine et d'autres mesures de conservation peuvent être des outils utiles pour maintenir cet écosystème unique et ce mode de vie traditionnel.



Questions émergentes et lacunes en matière de connaissances / Remarques finales sur le rapprochement des différentes manières de savoir

Mobiliser le savoir inuit pour la conservation, la surveillance, la gestion, la recherche et la prise de décision dans le domaine marin

Notre compréhension des mammifères marins de l'Arctique présente plusieurs lacunes, notamment en ce qui concerne l'impact de menaces telles que le changement climatique. La richesse de connaissances des Inuits complète la recherche et la surveillance scientifiques et il est crucial qu'elles soient mobilisées et appliquées pour mieux éclairer nos prévisions sur l'avenir et la protection des mammifères marins.

Dans le passé, les chercheurs ont souvent considéré le savoir autochtone comme des « données », mais le savoir autochtone est en fait beaucoup plus vaste. Il est holistique et comprend l'expertise sur la culture, la société, la langue, l'éthique, les relations, les pratiques, et plus encore. Il serait bénéfique pour les travaux futurs que tous les chercheurs apprécient et acceptent le savoir autochtone au même titre que le savoir scientifique et qu'ils établissent des relations de travail respectueuses et équitables

avec les experts autochtones.⁵⁴ Il est important que les détenteurs du savoir autochtone expliquent quelles contributions leur expertise peut apporter et comment elle peut être partagée et utilisée pour la surveillance et la recherche.

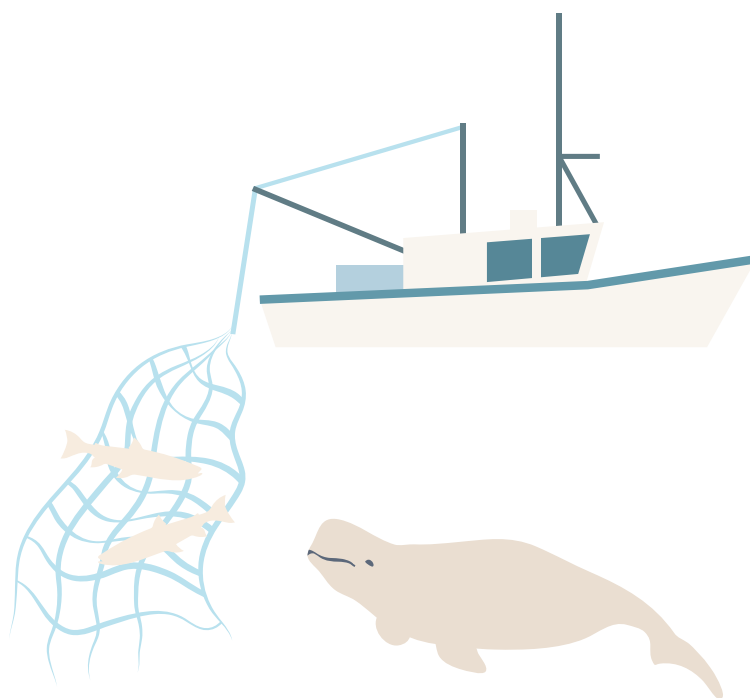
Le savoir autochtone sur des lieux spécifiques sont essentielles pour identifier d'éventuelles zones de protection marine et pour d'autres questions concernant la faune. Ces connaissances sont souvent recueillies lors d'ateliers, à l'aide de cartes permettant de compiler et de documenter des informations sur des sujets allant de la localisation des espèces, des routes de migration, des lisières de glace, des zones de récolte et des zones de nidification, aux sentiers, aux emplacements des camps et aux sites traditionnels.

Les entrevues, souvent réalisées dans un camp ou sur un site de chasse, sont une autre méthode courante. Par exemple, les experts inuvialuits du comportement et de la santé des bélugas ont identifié des indicateurs de la santé des bélugas.⁵⁵ Ceux-ci comprennent la couleur et la texture de l'uqsuq (couche de graisse), la forme du corps (dos large ou rond, bourrelets de graisse décrits comme des « poignées d'amour ») et les signes d'infection.⁵⁶ Ces indicateurs ont été ajoutés au programme régulier de surveillance scientifique.⁵⁷

Les résultats des ateliers et des entretiens sont généralement compilés dans un document écrit, habituellement par un chercheur qui n'est pas un détenteur du savoir autochtone.⁵⁸ Les informations originales — qu'elles soient sous forme d'enregistrements audio ou vidéo, de cartes, de transcriptions textuelles des réunions ou de rapports écrits approuvés par les détenteurs du savoir autochtone — sont préservées. Ensemble, tous ces documents apportent une expertise fiable et précieuse pour la surveillance des aires marines protégées, la gestion des mammifères marins, la recherche et la prise de décision.

Remerciements

Nous remercions Madeleine Redfern d'Ajungi Arctic Consulting pour avoir organisé et soutenu les composantes du savoir autochtone de ce document. Nous remercions Kate Broadley de Fuse Consulting pour la création des infographies, John Bennett de Savoir polaire Canada pour la révision en langage clair de ce document, ainsi que Laura Bowley et l'équipe de Neolé pour la facilitation de l'évaluation collaborative des connaissances. Nous remercions les participants à l'atelier de planification et de partage régional de Savoir polaire, qui s'est tenu les 10 et 11 mars 2020, pour avoir fourni les informations et le contexte nécessaires à la création de cette évaluation. Nous remercions les nombreux détenteurs du savoir autochtone qui ont partagé des informations qui ont façonné notre compréhension collective, passée, présente et future.



Références

1. Niemi, A., Ferguson, S., Hedges, K., Melling, H., Michel, C., Ayles, B., Azetsu-Scott, K., Coupel, P., Deslauriers, D., Devred, E., Doniol-Valcroze, T., Dunmall, K., Eert, J., Galbraith, P., Geoffroy, M., Gilchrist, G., Hennin, H., Howland, K., Kendall, M., Kohlbach, D., Lea, E., Loseto, L., Majewski, A., Marcoux, M., Matthews, C., McNicholl, D., Mosnier, A., Mundy, C.J., Ogloff, W., Perrie, W., Richards, C., Richardson, E., Reist, R., Roy, V., Sawatzky, C., Scharffenberg, K., Tallman, R., Tremblay, J.-É., Tufts, T., Watt, C., Williams, W., Worden, E., Yurkowski, D. et Zimmerman, S. 2019. State of Canada's Arctic Seas. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci., 3344, pp. xv et 189. [en anglais seulement]
2. Laidre, K.L., Stirling, I., Lowry, L.F., Wiig, O., Heide-Jørgensen, M.P. et Ferguson, S.H. 2008. Quantifying the sensitivity of Arctic marine mammals to climate-induced habitat change. Ecol Appl., 18(2 Suppl):S97-125. doi: 10.1890/06-0546.1. PMID: 18494365. [en anglais seulement]
3. Kirillov, S., Babb, D., Dmitrenko, I., Landy, J., Lukovich, J., Ehn, J., et coll. 2020. Atmospheric forcing drives the winter sea ice thickness asymmetry of Hudson Bay. Journal of Geophysical Research: Oceans, 125, e2019JC015756. Disponible sur : <https://doi.org/10.1029/2019JC015756>. [en anglais seulement]
4. Babb, D.G., Galley, R.J., Barber, D.G. et Rysgaard, S. 2016. Physical processes contributing to an ice free Beaufort Sea during September 2012. J. Geophys. Res. Oceans, 121:267-283. doi:10.1002/2015JC010756. [en anglais seulement]
5. Howell, S.E.L. et Brady, M. 2019. The dynamic response of sea ice to warming in the Canadian arctic archipelago. Geophysical Research Letters, 46:13119-13125. Disponible sur : <https://doi.org/10.1029/2019GL085116>. [en anglais seulement]
6. Moore, G.W.K., Howell, S.E.L., Brady, M., et coll. 2021. Anomalous collapses of Nares Strait ice arches leads to enhanced export of Arctic sea ice. Nat Commun, 12(1). Disponible sur : <https://doi.org/10.1038/s41467-020-20314-w>. [en anglais seulement]
7. Wassmann, P., Carmack, E.C., Bluhm, B.A., Duarte, C.M., Berge, J., Brown, K., Grebmeier, J.M., Holding, J., Kosobokova, K., Kwok, R., Matrai, P., Agusti, S.R., Babin, M., Bhatt, U., Eicken, H., Polyakov, I., Rysgaard, S. et Huntington, HP. 2020. Towards a unifying pan-Arctic perspective: A conceptual modelling toolkit, Progress in Oceanography. Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2020.102455>. [en anglais seulement]
8. Castellani, G., Veyssi re, G., Karcher, M. et coll. 2022. Shine a light: Under-ice light et its ecological implications in a changing Arctic Ocean. Ambio, 51:307-317. Disponible sur : <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01662-3>. [en anglais seulement]
9. Ardyna, M., Mundy, C.J., Mayot, N., Matthes, L.C., Oziel, L., Horvat, C. et Arrigo, K.R. 2020. Under-Ice Phytoplankton Blooms: Shedding Light on the "Invisible" Part of Arctic Primary Production. Frontiers in Marine Science, 7(985). doi:10.3389/fmars.2020.608032. [en anglais seulement]
10. Mundy, C.J., Gosselin, M., Gratton, Y., Brown, K., Galindo, V., Campbell, K., Levasseur, M., Barber, D., Papakyriakou, T. et Bélanger, S. 2014. Role of environmental factors on phytoplankton bloom initiation under landfast sea ice in Resolute Passage, Canada. Marine Ecology Progress Series, 497:39-49. Disponible sur : <https://doi.org/10.3354/meps10587>. [en anglais seulement]
11. Dezutter, T., Lalande, C., Dufresne, C., Darnis, G. et Fortier, L. 2019. Mismatch between microalgae and herbivorous copepods due to the record sea ice minimum extent of 2012 and the late sea ice break-up of 2013 in the Beaufort Sea. Progress in Oceanography, 173, 66-77. Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2019.02.008>. [en anglais seulement]
12. Ostertag, S., Loseto, L.L., Snow, K., Lam, J., Hynes, K. et Gillman, V. 2018. That's how we know they're healthy. The inclusions of Indigenous Knowledge in beluga health monitoring in the Inuvialuit Settlement Region. Arctic Science, 4:242-258. [en anglais seulement]
13. McIntyre, T. 2014. Trends in tagging of marine mammals: a review of marine mammal biologging studies. African Journal of Marine Science, 36(4): 409-422. doi: 10.2989/1814232X.2014.976655. [en anglais seulement]
14. Shuert, C.R., Marcoux, M., Hussey, N.E., Watt, C.A. et Auger-M th , M. 2021. Assessing the post-release effects of capture, handling and placement of satellite telemetry devices on narwhal (*monodon monoceros*) movement behaviour. Conservation Physiology, 9(1). Disponible sur : <https://doi.org/10.1093/conphys/coaa128>. [en anglais seulement]
15. Heide-Jørgensen, M.P., Richard, P.R., Dietz, R. et Laidre, K.L. 2013. A metapopulation model for Canadian and West Greenland narwhals. Animal Conservation, 16(3):331-343. doi:10.1111/acv.12000. [en anglais seulement]

16. Citta, J.J., Lowry, L.F., Quakenbush, L.T., Kelly, B.P., Fischbach, A.S., London, J.M., Jay, C.V., Frost, K.J., Crowe, G.O., Crawford, J.A., Boveng, P.L., Cameron, M., Von Duyke, A.L., Nelson, M., Harwood, L.A., Richard, P., Suydam, R., Heide-Jørgensen, M.P., Hobbs, R.C., Litovka, D.I., Marcoux, M., Whiting, A., Kennedy, A.S., George, J.C., Orr, J. et Gray, T. 2018. A multi-species synthesis of satellite telemetry data in the Pacific Arctic (1987–2015): Overlap of marine mammal distributions and core use areas. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 152:132-153. doi:10.1016/j.dsr2.2018.02.006. [en anglais seulement]

17. Yurkowski, D.J., Auger-Méthé, M., Mallory, M.L., Wong, S.N., Gilchrist, G., Derocher, A.E., Richardson, E., Lunn, N.J., Hussey, N.E., Marcoux, M., Togunov, R.R., Fisk, A.T., Harwood, L.A., Dietz, R., Rosing-Asvid, A., Born, E.W., Mosbech, A., Fort, J., Grémillet, D. et Ferguson, S.H. 2018. Abundance and species diversity hotspots of tracked marine predators across the North American Arctic. *Diversity and Distributions*, 25(3), 328-345. Disponible sur : <https://doi.org/10.1111/ddi.12860>. [en anglais seulement]

18. Hamilton, H., Smyth, R.L., Young, B.E., Howard, T.G., Tracey, C., Breyer, S., Cameron, D.R., Chazal, A., Conley, A.K., Frye, C. et Schloss, C. 2022. Increasing taxonomic diversity and spatial resolution clarifies opportunities for protecting us imperiled species. *Ecological Applications*, 32(3). Disponible sur : <https://doi.org/10.1002/eap.2534>. [en anglais seulement]

19. Matthews, C.J.D., Breed, G.A., LeBlanc, B. et Ferguson, S.H. 2020. Killer whale presence drives bowhead whale selection for sea ice in Arctic seascapes of fear. *Proc Natl Acad Sci USA*, 117(12):6590-6598. doi:10.1073/pnas.1911761117. [en anglais seulement]

20. Mellinger, D.K., Stafford, K.M., Moore, S.E., Dziak, R.P. et Matsumoto, H. 2007. An overview of fixed passive acoustic observation methods for cetaceans. *Oceanography*, 20(4): 36-45. [en anglais seulement]

21. Charry, B., Tissier, E., Lacoza, J., Marcoux, M. et Watt, C.A. 2021. Mapping Arctic cetaceans from space: a case study for beluga and narwhal. *PLoS ONE*, 16:e0254380. [en anglais seulement]

22. Brown, T.M., Hammond, S.A., Behsaz, B., Veldhoen, N., Birol, I. et Helbing, C.C. 2017. De novo assembly of the ringed seal (*Pusa hispida*) blubber transcriptome: A tool that enables identification of molecular health indicators associated with PCB exposure. *Aquatic Toxicology*, 185:48-57. [en anglais seulement]

23. Loseto, L., Pleskach, K., Hoover, C., Tomy, G.T., Desforges, J.-P., Halldorson, T. et Ross, P.S. 2018. Cortisol levels in beluga whales (*Delphinapterus leucas*): Setting a benchmark for Marine Protected Area monitoring. *Arctic Science*, 4:358-372. [en anglais seulement]

24. Fortune, S.M.E., Koski, W.R., Higdon, J.W., Trites, A.W., Baumgartner, M.F. et Ferguson, S.H. 2017. Evidence of molting and the function of “rock-nosing” behavior in bowhead whales in the eastern Canadian Arctic. *PLoS ONE*, 12(11):e0186156. Disponible sur : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186156>. [en anglais seulement]

25. MacMillan, K.A. 2018. Eastern Beaufort Sea Beluga (*Delphinapterus leucas*) Body Condition Indicators for Monitoring the Tatum Niryutait Marine Protected Area. M.Sc. Thesis, Faculty of Graduate Studies of The University of Manitoba, Department of Environment and Geography, Winnipeg, MB. [en anglais seulement]

26. George, J.C., Clark, C., Carroll, G.M. et Ellison, W.T. 1989. Observations on the ice-breaking and ice navigation behavior of migrating bowhead whales (*Balaena mysticetus*) near Point Barrow, Alaska, Spring 1985. *Arctic*, 42(1):24-30. [en anglais seulement]

27. Abgrall, P., Smith, H., Moulton, V. et Fitzgerald, M. 2017. Narwhal general distribution, behaviour, and group composition in southern Milne Inlet, Nunavut, Canada. 22nd Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Halifax, Nova Scotia, Canada. 22-27 October 2017. [en anglais seulement]

28. Higdon, J., Westdal, K. et Ferguson, S. 2014. Distribution and abundance of killer whales (*Orcinus orca*) in Nunavut, Canada—an Inuit knowledge survey. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94(6):1293-1304. doi:10.1017/S0025315413000921 [en anglais seulement]

29. Ferguson, S.H., Higdon, J.W. et Westdal, K.H. 2012. Prey items and predation behavior of killer whales (*Orcinus orca*) in Nunavut, Canada based on Inuit hunter interviews. *Aquat. Biosyst.*, 8(3). Disponible sur : <https://doi.org/10.1186/2046-9063-8-3>. [en anglais seulement]

30. Dawson, J., Pizzolato, L., Howell, S., Copland, L. et Johnston, M. 2018. Temporal and Spatial Patterns of Ship Traffic in the Canadian Arctic from 1990 to 2015. *Arctic*, 71(1):15-26. [en anglais seulement]

31. Protection of the Arctic Marine Environment (PAME). 2019. Underwater Noise in the Arctic: A State of Knowledge Report, Rovaniemi, May 2019. Protection of the Arctic Marine Environment (PAME) Secretariat, Akureyri (2019). [en anglais seulement]
32. Southall, B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J.J., Gentry, R.L., Greene, C.R., Kastak, D., Ketten, D.R., Miller, J.H., Nachtigall, P.E., Richardson, W.J., Thomas, J.A. et Tyack, P.L. 2007. Marine mammal exposure criteria: Initial scientific recommendations. *Aquatic Mammals*, 33(4):411-521. [en anglais seulement]
33. Gomez, C., Lawson, J.W., Wright, A.J., Buren, A.D., Tollit, D. et Lesage, V. 2016. A systematic review on the behavioural responses of wild marine mammals to noise: the disparity between science and policy. *Can J Zool*, 94:801-819. [en anglais seulement]
34. Halliday, W.D., Pine, M.K. et Insley, S.J. 2020. Underwater noise and Arctic marine mammals: Review and policy recommendations. *Environmental Reviews*, 28:438-448. [en anglais seulement]
35. Heide-Jørgensen, M.P., Blackwell, S.B., Tervo, O.M., Samson, A.L., Garde, E., Hansen, R.G., Ngô, M.C., Conrad, A.S., Trinhammer, P., Schmidt, H.C., Sinding, M.-H.S., Williams, T.M. et Ditlevsen, S. 2021. Behavioral response study on seismic airgun and vessel exposures in narwhals. *Frontiers in Marine Science*, 8. Disponible sur : <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.658173>. [en anglais seulement]
36. Vergara, V., Wood, J., Lesage, V., Ames, A., Mikus, M. et Michaud, R. 2021. Can you hear me? Impacts of Underwater noise on communication space of adult, subadult and calf contact calls of endangered St Lawrence belugas (*Delphinapterus leucas*). *Polar Research*, 40, 5521. Disponible sur : <http://dx.doi.org/10.33265/polar.v40.5521>. [en anglais seulement]
37. Erbe, C., Reichmuth, C., Cunningham, K., Lucke, K. et Dooling, R. 2016. Communication masking in marine mammals: a review and research strategy. *Marine Pollution Bulletin*, 103:15-38. doi: 10.1016/j.marpolbul.2015.12.007. [en anglais seulement]
38. Southall, B.L., Scholik-Schlomer, A., Hatch, L., Bergmann, T., Jasny, M., Metcalf, K., Weilgart, L. et Wright, A.J. 2017. Underwater Noise from Large Commercial Ships – International Collaboration for Noise Reduction in Encyclopedia of Marine and Offshore Engineering. In Carlton, J., Jukes, P. et Choo, Y.S. (eds). Wiley & Sons Publishing, New York, NY. [en anglais seulement]
39. Rolland, R.M., Parks, S.E., Hunt, K.E., Castellote, M., Corkeron, P.J., Nowacek, D.P., Wasser, S.K. et Kraus, S.D. 2012. Evidence that ship noise increases stress in right whales. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.*, 279:2363-2368. [en anglais seulement]
40. George, J.C., Philo, L.M., Hazard, K., Withrow, D., Carroll, G.M. et Suydam, R. 1994. Frequency of Killer Whale (*Orcinus orca*) Attacks and Ship Collisions Based on Scarring on Bowhead Whales (*Balaena mysticetus*) of the Bering-Chukchi-Beaufort Seas Stock. *Arctic* 47(3): 247-255. [en anglais seulement]
41. George, J.C., Sheffield, G., Reed, D.J., Tudor, B., Stimmelmayer, R., Person, B.T., Sformo, T. et Suydam, R. 2017. Frequency of Injuries from Line Entanglements, Killer Whales, and Ship Strikes on Bering-Chukchi-Beaufort Seas Bowhead Whales. *Arctic*, 70(1): 37-46. [en anglais seulement]
42. Kochanowicz, Z., Dawson, J., Halliday, W.D., Sawada, M., Copland, L., Carter, N.A., Nicoll, A., Ferguson, S.H., Heide-Jørgensen, M.P., Marcoux, M., Watt, C. et Yurkowski, D. 2021. Using western science and Inuit knowledge to model shipsource noise exposure for cetaceans (marine mammals) in Tallurutiup Imanga (Lancaster Sound), Nunavut, Canada. *Marine Policy*, 130:104557. Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104557>. [en anglais seulement]
43. Smith, H.R., Moulton, V.D., Raborn, S., Abgrall, P., Elliott, R.E. et M. Fitzgerald. 2017. Shore-based monitoring of narwhals and vessels at Bruce Head, Milne Inlet, 2016. LGL Report No. FA0089-1. Prepared by LGL Limited, King City, Ontario for Baffinland Iron Mines Corporation, Oakville, ON, p. 87 and appendices. [en anglais seulement]
44. Thomas, T.A., Raborn, S., Elliott, R.E. et Moulton, V.D. 2016. Marine mammal aerial surveys in Eclipse Sound, Milne Inlet and Pond Inlet, 1 August – 17 September 2015. LGL Draft Report No. FA0059-2. Prepared by LGL Limited, King City, ON for Baffinland Iron Mines Corporation, Oakville, ON, p. 85 and appendices. [en anglais seulement]
45. Carter, N.A., Dawson, J., Joyce, J., Ogilvie, A. et Weber, M. 2018. Arctic Corridors and Northern Voices: governing marine transportation in the Canadian Arctic (Pond Inlet, Nunavut community report). Ottawa: University of Ottawa. Disponible sur : <http://ruor.uottawa.ca/handle/10393/37271>. doi: 10.20381/RUOR37271. [en anglais seulement]

46. Dawson, J., Carter, N., van Luijk, N., Parker, C., Weber, M., Cook, A., Grey, K. et Provencher, J. 2020. Infusing Inuit and local knowledge into the low impact shipping corridors: An adaptation to increased shipping activity and climate change in Arctic Canada. *Environmental Science and Policy*, 105:19-36. Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.11.013>. [en anglais seulement]

47. MacGillivray, A.O., Li, Z., Hannay, D.E., Trounce, K.B. et Robinson, O.M. 2019. Slowing deep-sea commercial vessels reduces underwater radiated noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 146(1):340-351. Disponible sur : <https://doi.org/10.1121/1.5116140>. [en anglais seulement]

48. Conn, P.B. et Silber, G.K. 2013. Vessel speed restrictions reduce risk of collision-related mortality for North Atlantic right whales. *Ecosphere* 4: 43. Disponible sur : <https://doi.org/10.1890/ES13-00004.1>. [en anglais seulement]

49. Transportation Safety Board of Canada. 2021. Marine Transportation Safety Investigation Report M18C0225 (Released 21 May 2021). Disponible sur : <https://www.tsb.gc.ca/eng/rapports-reports/marine/2018/m18c0225/m18c0225.pdf>. [en anglais seulement]

50. Nous nous levons ensemble : atteindre l'objectif 1 du Canada en créant des aires protégées et de conservation autochtones dans l'esprit et la pratique de la réconciliation : le Cercle autochtone d'experts rapport et recommandations.

51. Gill, D.A., Mascia, M.B., Ahmadi, G.N., Glew, L., Lester, S.E., Barnes, M., Craigie, I., Darling, E.S., Free, C.M., Geldmann, J., Holst, S., Jensen, O.P., White, A.T., Basurto, X., Coad, L., Gates, R.D., Guannel, G., Mumby, P.J., Thomas, H. et Fox, H.E. 2017. Capacity shortfalls hinder the performance of Marine Protected Areas globally. *Nature*, 543(7647):665-669. Disponible sur : <https://doi.org/10.1038/nature21708>. [en anglais seulement]

52. Edgar, G.J., Stuart-Smith, R.D., Willis, T.J., Kininmonth, S., Baker, S.C., Banks, S., Barrett, N.S., Becerro, M.A., Bernard, A.T., Berkhout, J., Buxton, C.D., Campbell, S.J., Cooper, A.T., Davey, M., Edgar, S.C., Försterra, G., Galván, D.E., Irigoyen, A.J., Kushner, D.J. et Thomson, R.J. 2014. Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *Nature*, 506(7487):216-220. Disponible sur : <https://doi.org/10.1038/nature13022>. [en anglais seulement]

53. Lemelin, R.H., Dawson, J. et Stewart, E.J. 2012. Last chance tourism. Routledge. [en anglais seulement]

54. Harwood, L.A. et Smith, T.G. 2002. Whales of the Beaufort Sea: an overview and outlook. *Arctic*, 55(Supplement 1):77-93. [en anglais seulement]

55. Day, B. 2002. Renewable resources of the Beaufort Sea for our children: Perspectives from an Inuvialuit elder. *Arctic* 55(Suppl. 1):1-3. [en anglais seulement]

56. Ostertag, S., Loseto, L. et Gillman, V. 2018. Local indicators of beluga health and habitat use. Fisheries and Oceans Canada, Fisheries Joint Management Committee, and communities of Inuvik, Paulatuk, Tuktoyaktuk, and Ulukhaktok. FJMC, Box 2120, Inuvik, NT, Canada. [en anglais seulement]

57. Harwood, L.A., Zhu, X., Angasuk, L., Emaghok, L., Ferguson, S., Gruben, C., Gruben, P., Hall, P., Illasiak, J., Illasiak, J., Lennie, J., Lea, E.V., Loseto, L. L., Norton, P., Pokiak, C., Pokiak, F., Rogers, H., Snow, K. et Storr, W. 2020b. Research, Monitoring et Hunter Knowledge in Support of the 2017 Assessment of the Eastern Beaufort Sea Beluga Stock. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2020/075, pp. v et 48. Disponible sur : http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/Publications/ResDocs-DocRech/2020/2020_075-eng.html. [en anglais seulement]

58. Bell, R.K. et Harwood, L.A. 2012. Harvest-based monitoring in the Inuvialuit Settlement Region: Steps for Success. *Arctic*, 64(4): 421-432. [en anglais seulement]



Caribou – Le pouls de la toundra

Revue de synthèse du caribou migrateur du Nord – Savoir scientifique et autochtone sur les hardes de caribous de Porcupine, Bathurst, Qamanirjuaq et George River



Résumé

Les peuples autochtones de l'Arctique ont toujours compté sur le caribou pour se nourrir, se vêtir et se façonner des outils. Leurs cultures reflètent une relation étroite avec le caribou et un profond respect envers l'animal. Les méthodes de chasse traditionnelles autochtones sont écologiquement durables et constituent un bon point de départ pour la mise en place de nouveaux systèmes de cogestion.

De nombreuses hardes de caribous dans tout le Nord ont décliné. D'autres se maintiennent à une taille modérée. L'une d'entre elles, la harde de la Porcupine, est devenue importante.

Les prédateurs et les charognards tels que les loups, les grizzlis et les ours noirs, dépendent du caribou de la toundra. Leur nombre augmente et diminue en fonction de la taille des hardes de caribous. Des recherches sur le terrain de mise bas des hardes de Qamanirjuaq et de Beverly ont montré que les prédateurs tuaient peu de faons, et surtout des faons faibles ou malades.

Les hardes de caribous croissent et diminuent naturellement sur une période de 30 à 65 ans. Les Aînés inuits ont décrit comment les caribous en déclin se déplacent pour trouver une meilleure nourriture. Quelques caribous trouvent des endroits où ils peuvent survivre. Ils finissent par repeupler les zones une fois que la végétation s'est rétablie, ce qui prend environ 20 ans. L'utilisation du savoir autochtone pour relever, cartographier et protéger ces zones est importante pour aider le caribou à se rétablir.

Les caribous sont confrontés à des défis modernes qui peuvent empêcher ou ralentir leur rétablissement, voire provoquer un déclin. Les changements climatiques, le développement industriel et les méthodes de chasse modernes sont quelques-uns de ces défis.

Les gouvernements exigent que les nouvelles propositions de développement évaluent comment les projets s'ajouteraient aux impacts des développements existants et aux impacts des développements futurs possibles.

Les plans de gestion du caribou doivent protéger le caribou contre les perturbations, en particulier pendant les périodes de mise bas et de post-mise bas.

Il existe de nombreuses données sur la façon dont le caribou s'adapte à son environnement. Une grande partie de cette information provient du suivi par collier émetteur. Les biologistes utilisent ces données avec un modèle informatique pour comprendre comment le climat et le développement ont une incidence sur le nombre de caribous.

Les Organisations de chasseurs et de trappeurs (OCT) ont souvent pris des mesures pour conserver le caribou en période de rareté. Ils ont interdit la chasse sportive et commerciale tout en permettant la chasse de subsistance. Les conseils de gestion ont limité les récoltes, ont introduit des autorisations de chasser et recommandent un plus grand nombre de rapports sur les récoltes. Certains gouvernements ont imposé des interdictions de chasse au caribou jusqu'à ce que des mesures de conservation à long terme puissent être élaborées. D'autres ont établi des réserves naturelles dans des zones importantes pour les routes migratoires et les étapes du cycle de vie du caribou. Il s'agit de mesures positives, mais des efforts supplémentaires sont nécessaires.

Les particuliers, les communautés, les détenteurs de savoir autochtone et de connaissances scientifiques, ainsi que les organisations et les gouvernements, souhaitent tous voir des hardes de caribous en bonne santé. Les décisions relatives à l'utilisation des terres et à la récolte peuvent favoriser ou entraver la santé des hardes de caribous. Des mesures de conservation plus strictes, élaborées en cogestion, sont nécessaires. Nous devons travailler ensemble pour conserver les hardes de caribous et leur habitat.

Auteurs et contributeurs

Eric Bongelli*

Faculté des sciences et des études environnementales,
Département de géographie et d'environnement,
Université Lakehead, 955 Oliver Road, Thunder Bay
(Ontario) P7B 5E1, Canada
esbongel@lakeheadu.ca

Lynda Orman*

Savoir polaire Canada, Station canadienne de recherche
dans l'Extrême-Arctique, Division de la gestion des
connaissances, 1 Uvajuq Place, Cambridge Bay (Nunavut)
X0B 0C0, Canada
lynda.orman@polar-polaire.gc.ca

Jan Adamczewski

Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, ministère
de l'Environnement et des Ressources naturelles

Mitch Campbell

Gouvernement du Nunavut, ministère de l'Environnement

H. Dean Cluff

Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, ministère
de l'Environnement et des Ressources naturelles

Aimee Guile

Wek'èezhìi Renewable Resources Board

Jody Pellissey

Wek'èezhìi Renewable Resources Board

Ema Qaqqutaq

Kitikmeot Regional Wildlife Board

Justina Ray

Wildlife Conservation Society of Canada

Don Russell

Université du Yukon, Réseau circumpolaire de surveillance
et d'évaluation du caribou

Isabelle Schmelzer

Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador, ministère des
Forêts et de la Faune

Mike Sutor

Gouvernement du Yukon, ministère de l'Environnement,
de la Pêche et de la Faune

Joelle Taillon

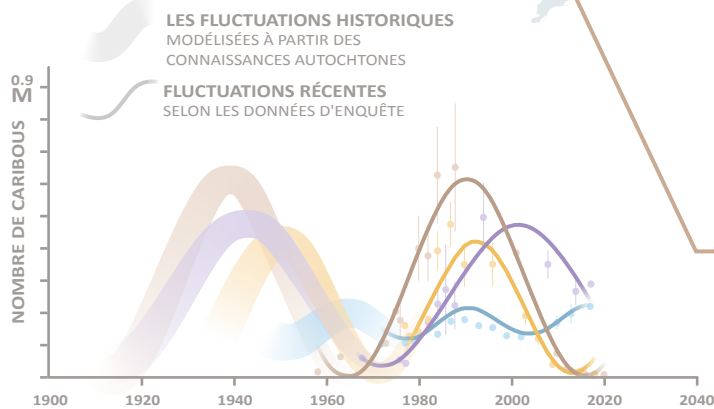
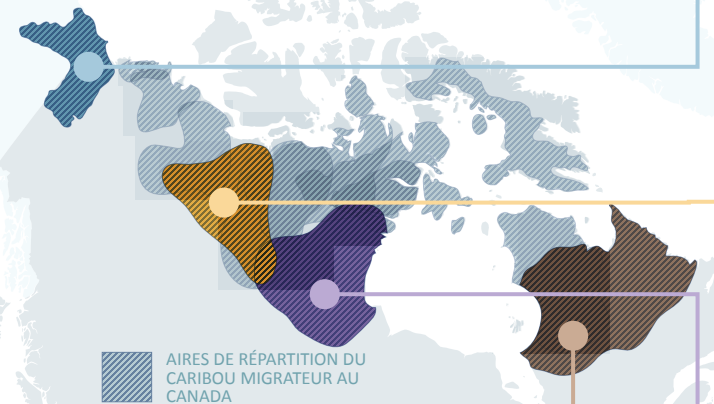
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs,
Gouvernement du Québec

* Auteurs correspondants/ co-premier auteurs

Information sur la citation

Bongelli, E., Orman, L., Adamczewski, J., Campbell, M.,
Cluff, H. D., Guile, A., Pellissey, J., Qaqqutaq, E., Ray, J.,
Russell, D., Schmelzer, I., Sutor, M. et Taillon, J. 2022.
Caribou – Le poulx de la toundra. Savoir polaire : Rapport
Aqhaliat, volume 4, Savoir Polaire Canada, p. 84–105.
DOI: 10.35298/pkc.2021.04.fra

Dans le passé, les troupeaux de caribous ont fluctué naturellement. On ne sait pas comment les nouvelles menaces affecteront le caribou à l'avenir.



PORCUPINE



MODE ACTUELLE
En augmentant



PRINCIPAUX IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

les conditions de givrage hivernales diminuent la nourriture



LA GESTION

<2 % récolte Protection du caribou : parc national Ivvavik (Yukon), réserve faunique nationale de l'Arctique (Alaska)

AUTRES MENACES

Le développement pose un risque pour les aires de mise bas en Alaska

BATHURST



MODE ACTUELLE
Déclin



CLIMAT PRINCIPAL LES IMPACTS DU CHANGEMENT



L'été plus chaud diminue la nourriture; plus de harcèlement d'insectes; pluie verglaçante



LA GESTION

Récolte restreinte Protection du caribou : Mobile Core Bathurst Caribou Management Zone

AUTRES MENACES

Développement industriel, routes

QAMANIRJUAQ



MODE ACTUELLE
Déclin lent



PRINCIPAUX IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE



L'été plus chaud diminue la nourriture; arbustes accrus; pluie verglaçante



LA GESTION

Récolte modérée Aucune protection de l'habitat du caribou au Nunavut

AUTRES MENACES

Développement industriel, routes, corridor potentiel de ligne électrique (renforce la prédation)

GEORGE RIVER



MODE ACTUELLE
Déclin



CLIMAT PRINCIPAL LES IMPACTS DU CHANGEMENT



L'augmentation des pluies estivales entraîne des changements dans la végétation et davantage de harcèlement par les insectes



LA GESTION

Récolte restreinte Protection du caribou : Réserves naturelles de la rivière George (Nunavik, Québec)

AUTRES MENACES

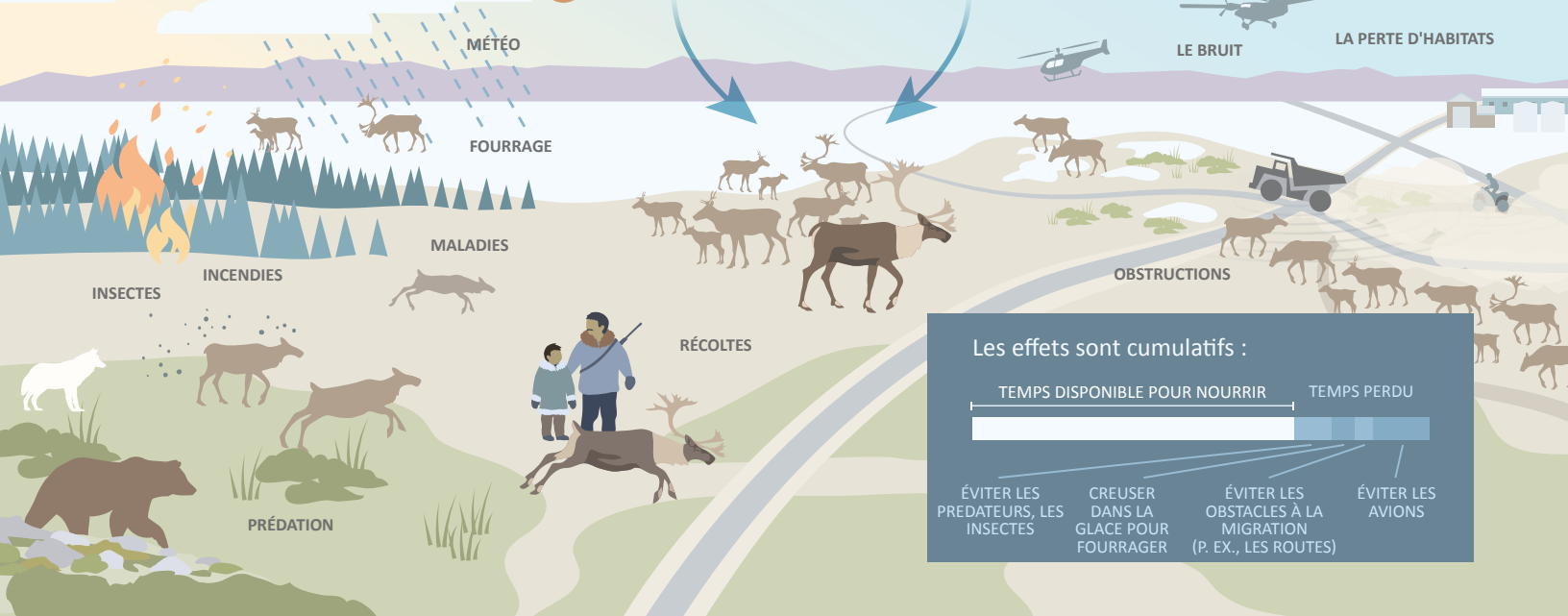
Développement industriel, routes, corridors de lignes électriques

De nombreux facteurs influencent les populations de caribous



CHANGEMENT CLIMATIQUE

DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL



Les effets sont cumulatifs :

TEMPS DISPONIBLE POUR NOURRIR

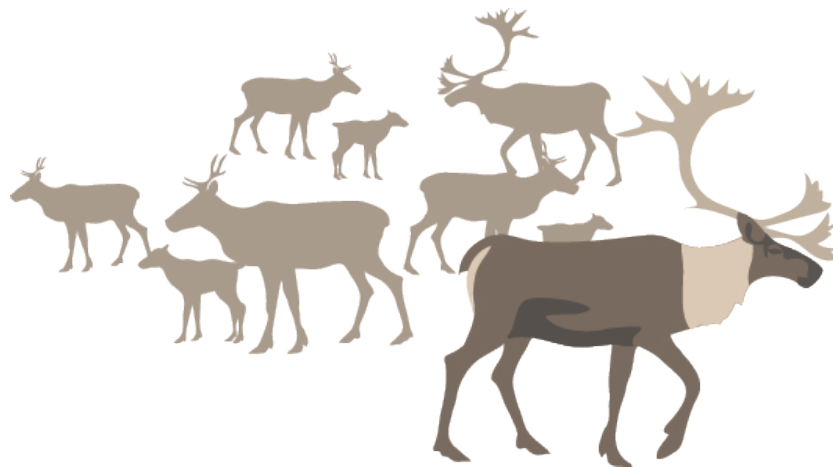
TEMPS PERDU

ÉVITER LES PRÉDATEURS, LES INSECTES

CREUSER DANS LA GLACE POUR FOURRAGER

ÉVITER LES OBSTACLES À LA MIGRATION (P. EX., LES ROUTES)

ÉVITER LES AVIONS



Introduction

Le caribou a la plus grande aire de répartition circumpolaire de tous les grands mammifères à sabots. En Amérique du Nord, le caribou vit aussi loin au nord que l'île d'Ellesmere, et aussi loin au sud que le Nord des États-Unis. Il vit d'un bout à l'autre du Canada. Au Canada, il existe quatre écotypes différents de caribous : migrateurs ou de la toundra, des bois, de Peary et de montagne. Ils diffèrent les uns des autres par leur comportement, leur écologie, leur génétique et leur apparence physique.

Les peuples autochtones de l'Arctique partagent un écosystème avec le caribou, dont ils dépendent pour se nourrir, se vêtir et se façonner des outils depuis des millénaires. Leurs cultures reflètent une relation étroite avec le caribou et un profond respect pour lui. Les Aînés soulignent qu'un chasseur ne doit prendre que ce dont il a besoin, et utiliser tout l'animal, sans gaspillage. Ces pratiques sont écologiquement durables et constituent un bon point de départ pour constituer des systèmes de gestion.¹

De nombreuses hardes de caribous migrateurs du Nord canadien hivernent dans la forêt boréale et migrent vers le nord au printemps pour mettre bas dans la toundra. Ils migrent pour accéder aux ressources alimentaires saisonnières de grande qualité et abondantes de la toundra et pour éviter les prédateurs de la forêt boréale.

Ces hardes continuent d'afficher un comportement migratoire pendant les périodes d'abondance ou de rareté de nourriture. La surveillance actuelle révèle que de nombreuses hardes dans tout le Nord soit sont en déclin, soit présentent des effectifs faibles (p. ex., les hardes de Bathurst et de la rivière George). D'autres, comme la harde de Qamanirjuaq, maintiennent une taille modérée, mais elles sont déclarées comme étant en déclin. La harde de la Porcupine a récemment atteint un nombre record (Figure 1).

Les Aînés savent que, sur de longues périodes, la taille des hardes de caribous diminue et augmente – et ils disent que « le caribou reviendra ». Néanmoins, les activités humaines qui nuisent au caribou ont augmenté. Ces activités comprennent notamment l'exploitation et l'exploration minières, les routes, les méthodes de chasse très efficaces, la vente de viande sur Internet et les effets des changements climatiques. En raison de ces activités, certains craignent que le caribou ne puisse pas se rétablir comme il l'a fait par le passé.

Le présent rapport rassemble les connaissances scientifiques et le savoir autochtone pour répondre aux questions soulevées au sujet de l'abondance et de la migration du caribou lors de l'atelier régional sur la planification et l'échange de connaissances de 2020 qui s'est tenu à la Station de recherche dans l'Extrême-Arctique canadien au Nunavut, au Canada.²

Mouvements et répartition des hardes – habitat du caribou

La connaissance de l'utilisation des aires de répartition saisonnière est un élément clé de la gestion des hardes de caribous migrateurs et de leur habitat. L'aire de répartition annuelle est composée de différentes aires de répartition saisonnière situées dans la forêt boréale, la taïga et la toundra arctique. La taille et l'emplacement de l'aire de répartition annuelle sont principalement touchés par l'ampleur des migrations de printemps et d'automne entre les aires de répartition d'été et d'hiver de la harde.

Les caribous migrateurs passent généralement par neuf stades définis à la fois par les déplacements et les événements de reproduction au cours d'une année :

- vêlage
- post-vêlage
- été
- fin de l'été
- migration d'automne (pré-reproduction)
- rut
- migration d'automne (post-reproduction)
- hiver
- migration de printemps vers les aires de vêlage ³

Les caribous sont vulnérables aux perturbations à tous les stades, mais le risque est considéré comme élevé pendant et après le vêlage. Il y a plusieurs raisons à cela :

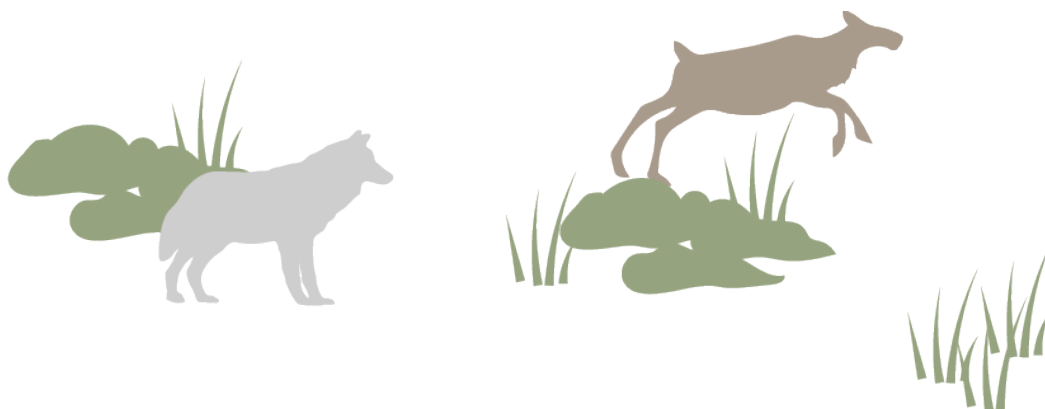
- Les femelles ont besoin de beaucoup d'énergie après la naissance de leurs petits. Elles dépendent de l'accès à la végétation de la toundra, qui n'est disponible que pendant de courtes périodes chaque année.
- S'ils sont dérangés, les caribous sont plus susceptibles de s'enfuir, car c'est à cette époque que le lien entre les femelles et leurs faons est le plus fort. Les femelles pourraient éviter les zones trop perturbées, ce qui les amènerait à utiliser un habitat de moindre qualité, avec moins de nourriture pour le faon.
- De nombreuses femelles et faons restent ensemble dans une zone géographique restreinte, de sorte que toute perturbation aura probablement une incidence sur un plus grand nombre d'animaux.

Les plans de gestion du caribou doivent protéger le caribou des perturbations à tous les stades, mais les saisons de vêlage, de post-vêlage et de migration printanière sont essentielles à protéger.

Les caribous migrateurs se rendent généralement dans les mêmes zones de vêlage d'année en année. Cependant, il arrive que certains se déplacent vers des hardes ou des zones de vêlage à proximité. Dans l'Est du Canada, les données de suivi ont montré que quelques femelles de la rivière George se sont déplacées vers la zone de vêlage de harde voisine de la rivière aux Feuilles entre 1990 et 2000. Cependant, un tiers de ces femelles sont revenues dans l'aire de vêlage de la harde de la rivière George les années suivantes. Depuis 2008, il n'y a aucune donnée probante de déplacement de femelles de la harde de la rivière George vers celle de la rivière aux Feuilles. L'analyse actuelle suggère que ce mouvement de caribous n'est pas un facteur important dans le déclin documenté de la harde de la rivière George au cours de la dernière décennie.



Crédit photo : Aimee Guile du Wek'èezhì Renewable Resources Board



À l'échelle mondiale, l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) a réévalué le *Rangifer* dans l'ensemble de son aire de répartition nord-américaine et eurasiennne comme étant vulnérable en raison du déclin de 40 % observé au cours des 21 à 27 dernières années.⁴ Parmi les populations de caribous migrants d'Amérique du Nord, il existe des variations régionales dans l'étendue et le moment du déclin et du rétablissement des populations. Ainsi, en Alaska, trois hardes ont connu un pic entre 2003 et 2010, puis ont décliné de 53 % avant que, en 2017, deux hardes ne commencent à se rétablir. La harde de la Porcupine, que se partagent le Canada et l'Alaska, est la seule harde en Amérique du Nord à avoir augmenté au cours des deux dernières décennies – de 70 % entre 2001 et 2017. D'autres hardes, notamment au Nunavut, ont connu un déclin au cours de la dernière décennie.

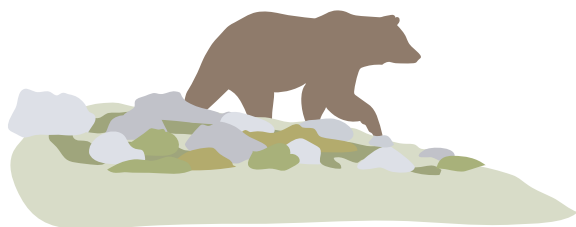
Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) utilise les normes de l'UICN pour évaluer le risque des espèces en péril au Canada, y compris le caribou. En 2016, le COSEPAC a évalué le caribou de la toundra de l'Ouest du Canada continental comme étant menacé, car les effectifs de neuf hardes avaient gravement chuté.⁵ En 2017, le COSEPAC a recommandé l'inscription du caribou migrant de l'Est, qui comprend les hardes de la rivière George et de la rivière aux Feuilles, comme espèce en voie de disparition en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*. En 2015, le caribou de Peary, à la suite d'une réévaluation, a vu son statut passer d'Espèce en voie de disparition à Espèce menacée⁶, tandis qu'en 2017, le caribou de Dolphin-et-Union a vu son statut passer d'Espèce préoccupante à Espèce en voie de disparition.⁷

Le caribou et le système écologique

Des chercheurs, comme Anne Gunn, ont qualifié le caribou de « poulx de la toundra » en raison de son rôle dans le façonnement de l'écosystème toundra-taïga. Des communautés et de nombreuses autres espèces sauvages dépendent de l'arrivée saisonnière des caribous pour leur survie et leur bien-être.

Les prédateurs et les charognards dépendent du caribou et, pour certaines populations, leur nombre augmente et diminue en fonction des changements de la taille des hardes de caribous. La prédation est un élément naturel de l'écologie du caribou migrant. Les loups, son principal prédateur, chassent le caribou à longueur d'année. La survie des louveteaux semble être liée à l'abondance des caribous.⁸ Les loups préfèrent faire leur tanière au sud de l'aire de vêlage, mais toujours au nord de la limite des arbres. On pense que cette stratégie permet d'optimiser la disponibilité du caribou pendant la migration et après le vêlage, lorsque les petits ont le plus besoin de protéines.⁹ Les grizzlis, et les ours noirs de l'Est du Canada, sont également d'importants prédateurs du caribou. De nombreux relevés aériens permettent de voir beaucoup plus d'ours que de loups sur les aires de vêlage. Les aigles royaux sont également connus pour tuer des faons nouveau-nés, mais ce type de prédation est considéré comme mineur. Les caribous sont si importants pour le paysage que s'ils en étaient retirés, cela entraînerait un effondrement écologique. Le caribou est une espèce indicatrice de la santé des écosystèmes nordiques et des impacts des activités industrielles et des changements climatiques.

Bon nombre des 23 hardes de caribous du Nord canadien ont connu un déclin de leur population.^{5, 10, 11, 12, 13} Les Autochtones ont exprimé leur crainte que les prédateurs (grizzlis, ours noirs et loups) n'en soient la cause. Ce sentiment a poussé des chercheurs à mener une étude des prédateurs sur l'aire de vêlage des hardes de Qamanirjuaq et de Beverly entre 2010 et 2013. L'étude a révélé que la mortalité des faons liée à la prédation était relativement faible dans la harde de Qamanirjuaq, et que la plupart des faons tués par des loups dans la harde de Beverly représentaient une « mortalité compensatoire », les loups s'attaquant à des faons déjà affaiblis et prédisposés à la mort en raison de troubles physiologiques ou pathologiques.¹⁴



Dans l'Est du Canada, les chercheurs étudient comment les prédateurs (loups et ours noirs) ont une incidence sur les hardes de la rivière George et de la rivière aux Feuilles. De 2011 à 2021, des loups et des ours noirs ont fait l'objet d'études pour évaluer leur répartition, leur abondance et leur régime alimentaire saisonnier. La population d'ours noirs qui fréquente l'aire de répartition de la rivière George semble s'accroître. Ce constat est étayé par des observations récentes et plus fréquentes d'ours à proximité de communautés autochtones. Depuis 2011, les observations de loups sur l'aire de répartition de la rivière George ont considérablement diminué. Cela suggère que la prédation par les loups est actuellement peu fréquente dans l'aire de répartition de la harde.

De nombreuses études antérieures ont porté sur les prédateurs présents sur les aires de vêlage pendant la première semaine de vie des faons. L'étude de la relation entre le caribou et ses prédateurs devrait se poursuivre durant les périodes de post-vêlage et d'hivernage afin de mieux comprendre comment

les prédateurs ont une incidence sur la survie du caribou durant toutes les périodes de sa vie.¹⁴

D'autres études ont cherché à mieux comprendre les causes du déclin des populations. Une étude en particulier a porté sur le déclin du caribou de l'île de Terre-Neuve.¹⁵ Voici un aperçu des résultats de l'étude :

- Le nombre d'animaux était trop élevé par rapport à ce que le milieu pouvait accueillir
- La surabondance a entraîné une concurrence accrue pour la nourriture et l'espace, d'où une malnutrition
- La malnutrition a entraîné une diminution de la taille des femelles, des taux de survie et de grossesse
- Le surpâturage a amené les caribous à fréquenter des habitats qu'ils évitaient auparavant pour accéder à la nourriture – ces zones avaient plus de prédateurs
- Les faons de petite taille couraient un risque accru de prédation
- La survie des faons est devenue très faible (moins de 5 % au début des années 2000)

Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer si une relation similaire entre de nombreuses hardes de caribous migrateurs du Nord et leur aire de répartition est un facteur contribuant aux récents déclin.

Dynamique des populations

La taille des hardes de caribous migrateurs augmente et diminue sur de longues périodes qui peuvent s'étendre sur des décennies.^{5, 16, 17, 18} Les histoires orales autochtones parlent également des hausses et des baisses des populations de caribous.^{19, 20}

Les populations de caribous de Bathurst et de la rivière George sont actuellement à des niveaux extrêmement bas. L'estimation la plus récente (2021) pour la harde de Bathurst est d'environ 6 200, soit une baisse par rapport aux estimations précédentes d'environ 8 200 en 2018 et de 20 000 individus

en 2015. Il s'agit d'une baisse par rapport au pic de population d'environ 500 000 individus atteint en 1986. La harde de la rivière George a été estimée à 8 100 têtes en 2020. Bien que légèrement supérieur à l'estimation précédente (2018) de 5 500, cela représente un déclin de près de 99 % de la taille de sa population de 800 000 caribous au début des années 1990. ²¹ Par contre, la harde de la Porcupine est à un niveau élevé, estimé à 218 000 en 2017. L'estimation la plus récente de la harde de Qamanirjuaq, à 288 000 individus, en 2017, suggère que la harde se situe entre son maximum (500 000) et son minimum (44 000) historiques et qu'elle connaît un lent déclin.

Il y a une limite au nombre de caribous que leur habitat peut soutenir. Lorsque les populations sont composées d'un grand nombre d'animaux, les caribous ont un impact direct sur leur habitat par le broutage et le piétinement. La surutilisation de l'aire de répartition par le caribou peut entraîner un déclin de son état. Les aliments dont ils se nourrissent poussent lentement et mettent du temps à se régénérer. La dégradation de l'habitat peut entraîner une mauvaise condition physique, réduire la fertilité des femelles et diminuer la survie des faons. Ce facteur peut contribuer à l'augmentation et à la diminution des populations.

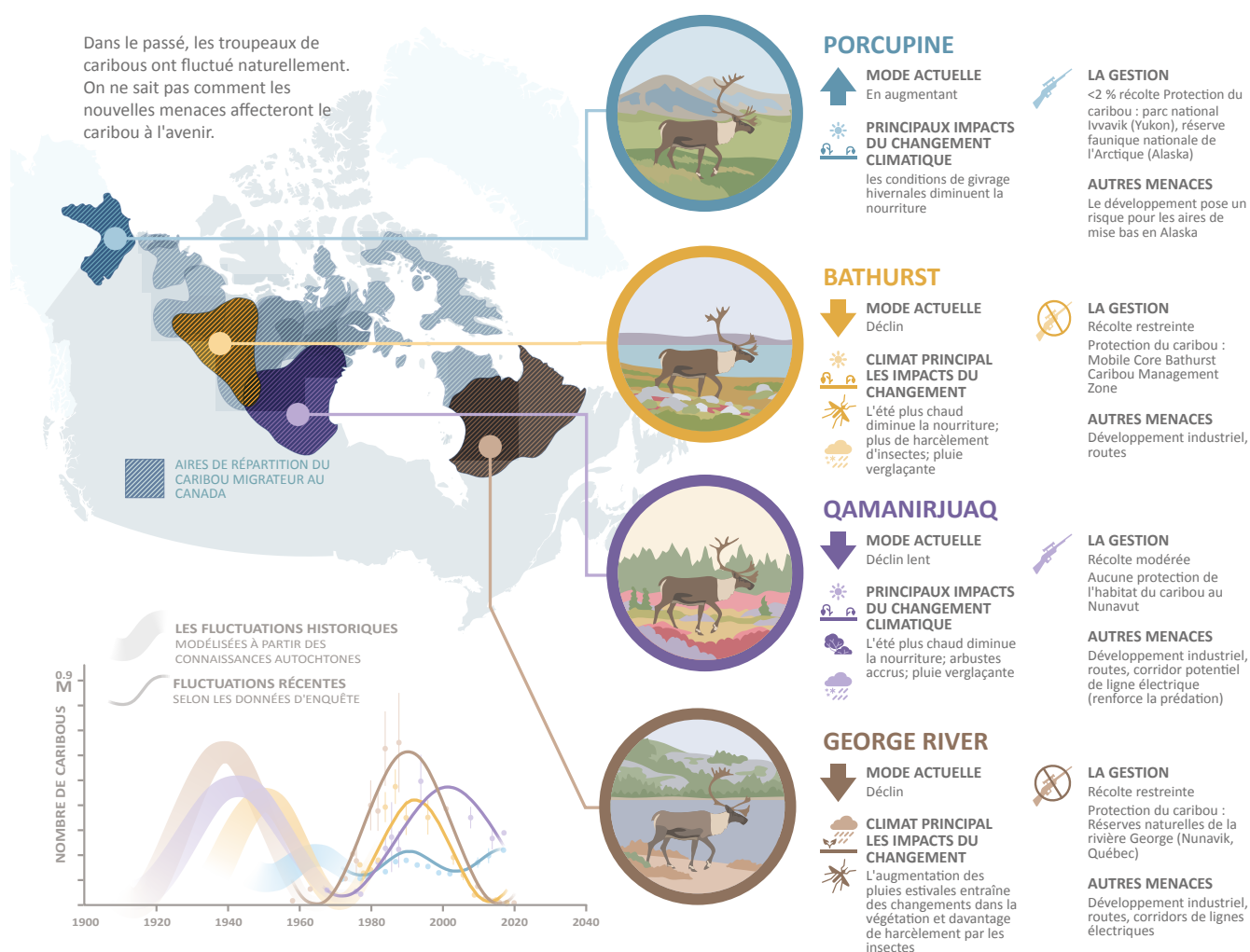


Figure 1 : La nature cyclique de la fluctuation et de l'état des populations de caribous migrateurs du Nord d'après les relevés scientifiques et le savoir autochtone : hardes de caribous de la Porcupine, de Bathurst, de Qamanirjuaq et de la George River.

Comme les hardes augmentent et diminuent naturellement, les communautés ont dû faire face à des périodes où les caribous étaient rares. Les périodes d'augmentation et les périodes de déclin peuvent durer des décennies. Il est important de prendre en compte les perspectives à court et à long terme des tendances en matière d'abondance. Les tendances à court terme peuvent aider à définir la santé et le statut actuels. Les tendances à long terme peuvent aider à évaluer si les contraintes causées par l'homme, telles que le développement et les changements climatiques, aggravent les déclins, prolongent les périodes de rareté ou même empêchent le rétablissement.

Savoir autochtone sur la dynamique des populations de caribous

Des Aînés inuits du Sud de l'île de Baffin ont transmis l'*Inuit Qaujimagatuqangit* sur les changements passés dans la répartition et l'abondance du caribou. ¹⁹ Un cycle dure la vie d'un Aîné, avec des déclins périodiques après un surpâturage. Les Aînés se sont souvenus de la forte fluctuation de la population de caribous de l'île au long des

cycles naturels, à commencer par l'augmentation du nombre de caribous au début des années 1900, qui a duré environ 20 ans, suivie d'un déclin rapide qui a duré environ trois décennies. Parce que « la terre devait se reposer », les Inuits ont continué à récolter des caribous pendant la période de faible abondance des années 1950 et 1960, ce qui a permis le rétablissement du lichen dont se nourrissent les caribous. De 1970 à 2000 environ, l'abondance des caribous a augmenté. ¹⁹ En se basant sur des relevés partiels, Ferguson et Gauthier ¹⁷ ont suggéré une abondance de l'ordre de 120 000 caribous dans le Sud de l'île de Baffin en 1991. Au début des années 2000, les Aînés inuits ont prédit un autre déclin. Un déclin brutal s'est produit au cours des années 2000 et s'est poursuivi jusqu'au niveau actuel de 5 000 caribous sur l'île de Baffin. ²² Les participants inuits d'un atelier sur le caribou de l'île de Baffin en 2014 ont discuté de la rareté de l'abondance du caribou d'après l'*Inuit Qaujimagatuqangit* et les relevés aériens approfondis, ainsi que des options de gestion coopérative. ²³

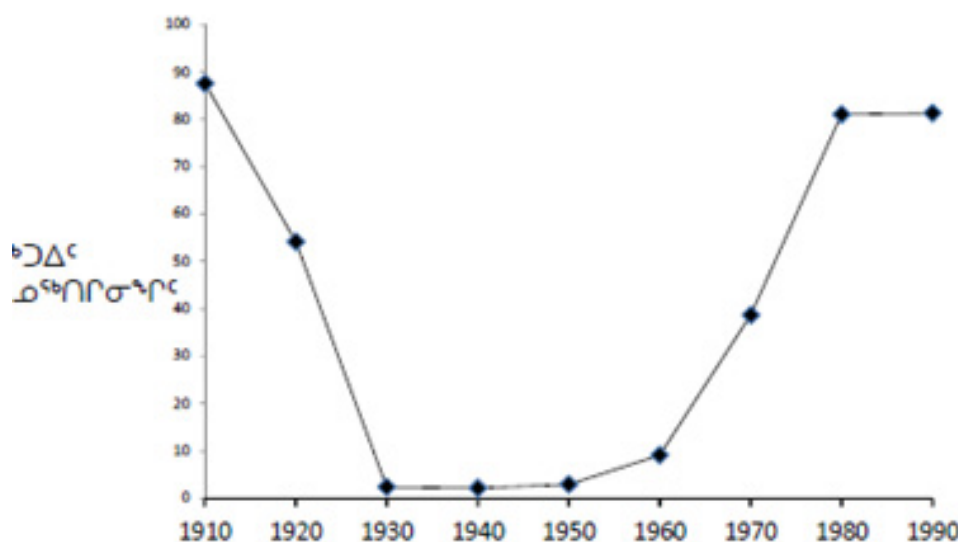


Figure 2 : Évolution de l'indice d'abondance du caribou au fil du temps à l'aide de l'*Inuit Qaujimagatuqangit* transmis par des Aînés du Sud de l'île de Baffin.¹⁹



Participants de l'étude du caribou grâce à l'Inuit Qaujimagatuqangit, de gauche à droite : Hᐃᐅᐅ ᐅᐅᐅᐅ, ᐃᐅᐅ ᐅᐅᐅ, ᐅᐅᐅᐅ ᐅᐅᐅᐅ, ᐅᐅᐅᐅ ᐅᐅᐅᐅ, ᐅᐅᐅᐅ ᐅᐅᐅᐅ, ᐅᐅᐅᐅ ᐅᐅᐅᐅ, ᐅᐅᐅᐅ ᐅᐅᐅᐅ. ¹⁹

Les Aînés prédisent des déclin cycliques après avoir vu « trop de caribous pendant trop longtemps ». Les caribous se déplacent d'abord pour trouver une meilleure nourriture, mais leur abondance finit par décliner. Après des périodes de faible abondance, l'aliment en hiver, le lichen, peut se rétablir sur une période d'environ 20 ans. Les Aînés ont dit : « *Il nous faudra attendre que la mousse et les plantes poussent sur les bois de caribou au sol avant que le nombre de caribous augmente à nouveau.* » Les Aînés ont également décrit des zones importantes où les Inuits trouvent quelques caribous lorsqu'il n'y en a pas ailleurs. À partir de ces endroits, les caribous ont fini par repeupler d'autres zones à mesure que l'habitat se restaurait. Selon le savoir autochtone, ces zones et d'autres sont importantes pour le rétablissement du caribou. ¹⁹



Nous devons attendre que la mousse et les plantes poussent sur les bois des caribous au sol avant que le nombre de caribous augmente à nouveau. ²³ Crédit photo : Gouvernement du Nunavut

Effets cumulatifs sur le caribou

Rôle du climat

Les caribous migrants du continent peuvent supporter des conditions météorologiques défavorables, en partie parce qu'ils recherchent les habitats optimaux pour chaque saison – la forêt boréale en hiver et la toundra en été. Ainsi, chaque harde s'épanouit sur ses propres terres et selon son propre climat. Les hardes de la Porcupine et de la rivière George, par exemple, vivent dans un paysage de pergélisol, et elles bénéficient de la riche croissance des plantes que les étés chauds favorisent. La harde de Bathurst vit sur le substrat rocheux du Bouclier canadien, où il y a moins de pluie en été. Les sols sont peu profonds, et lorsqu'ils s'assèchent, la nourriture des caribous peine à pousser. En revanche, l'aire de répartition de la harde de la rivière George sur la péninsule d'Ungava reçoit plus de pluie en été par rapport aux autres aires de répartition et elle bénéficie d'étés chauds. ²⁴ Ces conditions favorisent une croissance plus rapide des plantes et augmentent la couverture arbustive.

Pour confondre les effets complexes des changements climatiques, des études récentes sur le caribou boréal du Labrador montrent une efficacité prédatrice accrue des loups en hiver en raison de la diminution des chutes de neige. ²⁵ En outre, des recherches menées au Northern Plant Ecology Lab au Yukon ²⁶ suggèrent une tendance future à l'empiétement vers le nord de la forêt de feuillus, de trembles et de bouleaux. L'impact peut contribuer à un déclin futur de la productivité et de l'adéquation de l'habitat pour les caribous migrants dans certaines parties sud de leur aire d'hivernage actuelle.

Dans des milieux nordiques, les changements climatiques se produisent plus rapidement que dans des milieux tempérés ou tropicaux plus au sud. Plusieurs études suggèrent que les changements climatiques entraîneront des modifications de la température et des précipitations dans les aires migratoires du caribou. Un changement de température et de précipitations peut avoir une incidence sur la croissance de la végétation, des insectes piqueurs et des parasites, ainsi que l'état de la neige. En apprenant comment le climat de l'aire de répartition de chaque harde influe sur sa santé, le nombre de faons qu'elle engendre et les conditions rencontrées pendant sa migration, nous pourrions mieux comprendre les impacts des changements climatiques.

Effets cumulatifs

La demande mondiale de ressources entraîne une augmentation du nombre de routes, de mines et d'autres aménagements dans le Nord. Les routes permettent aux chasseurs et aux prédateurs d'atteindre plus facilement les hardes de caribous, et ces derniers ont plus de mal à trouver des endroits sûrs. Les gouvernements exigent de ceux qui proposent de nouveaux développements qu'ils expliquent comment le projet pourrait avoir des répercussions sur les hardes de caribous. Ils doivent évaluer ses effets cumulatifs, c'est-à-dire la façon dont le projet s'ajouterait aux impacts des développements existants et aux impacts des développements futurs possibles. Ainsi, si quelqu'un propose une route dans l'aire d'hivernage d'une harde de caribous, il doit évaluer comment cette route touchera les caribous hivernants, mais aussi comment elle s'ajoutera aux impacts existants

d'autres développements dans l'ensemble de l'aire de la harde. Il doit également évaluer si la construction de la route peut encourager un aménagement futur.²⁷ Des études récentes sur l'impact des routes dans l'arrêt et le retardement de la migration du caribou de Qamanirjuaq dans la région de Kivalliq au Nunavut pendant une période de cinq jours, telle que mesurée par l'information sur les colliers de caribous, fournissent des indications importantes sur les effets cumulatifs des obstacles à la migration des caribous.²⁸ Malheureusement, la science des impacts cumulatifs est récente et encore en cours de compréhension.

Il est difficile de faire ces évaluations, et cela demande beaucoup de connaissances. Nous devons savoir comment chaque caribou réagit aux perturbations humaines et quel rôle le climat peut jouer dans la santé des caribous. Nous devons établir un lien entre l'impact sur un seul animal et l'ensemble de la harde. Heureusement, de nouvelles études tentent de comprendre comment le caribou s'adapte à son milieu, et de nouvelles informations sont recueillies chaque année. Cela inclut les informations provenant des colliers émetteurs posés sur des caribous.

Des modèles informatiques sont utilisés pour rassembler toutes ces informations. Le modèle indique quand, et pendant combien de temps, le caribou rencontrera une route, une mine ou tout autre aménagement. Connaître ses besoins alimentaires, la quantité de nourriture disponible et son comportement alimentaire est utile pour estimer son poids. Il est plus facile pour une femelle plus lourde de devenir gestante, et pour un faon plus lourd de survivre à l'hiver. Ces modèles



Caribou de Bathurst sur esker, lac Contwoyto 2020. Crédit photo : Aimee Guile

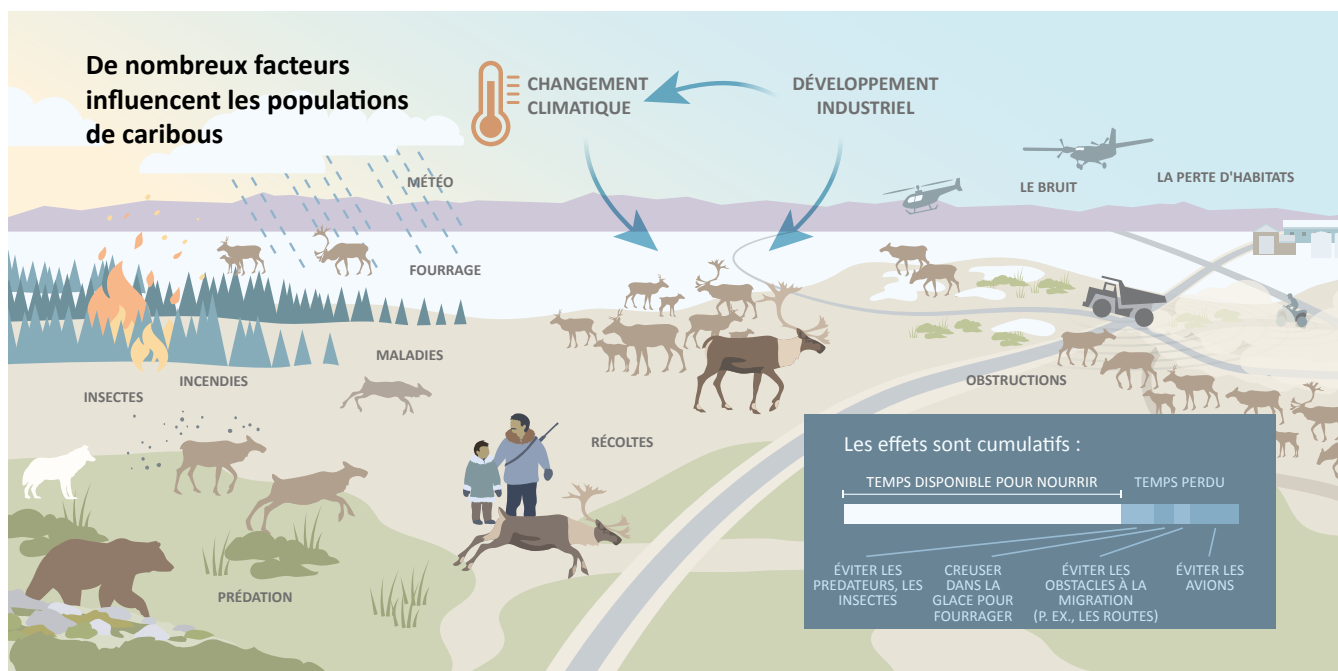


Figure 3 : De nombreux facteurs influencent les populations de caribous, les effets étant complexes et cumulatifs.

informatiques nous aident à comprendre comment le climat et le développement peuvent influencer sur le nombre de caribous, mais ils ne peuvent pas rendre compte de l'ensemble de la situation.

Les scientifiques ont utilisé des modèles informatiques pour évaluer les possibilités d'exploitation pétrolière sur les aires de vêlage et de post-vêlage de la harde de la Porcupine et pour fournir des informations au Plan de l'aire de répartition de la sous-population de Bathurst.

Pour une description du savoir autochtone relatif aux effets cumulatifs sur le caribou, veuillez consulter la section sur les facteurs de stress et effets ci-dessous.

Gestion des récoltes

La chasse au caribou est au cœur de la relation entre les humains et le caribou. La surveillance de la chasse au caribou est importante pour la gestion du caribou. Les données sur les récoltes sont essentielles pour une gestion durable et pour comprendre comment la chasse a une incidence sur la taille des hardes. C'est aussi une occasion pour recueillir des informations sur la santé, la répartition et l'écologie du caribou.

Des règlements contrôlent la chasse au caribou pratiquée par des chasseurs non autochtones. Les droits de récolte des Autochtones ne sont normalement pas limités, mais dans certaines zones où il y a un problème de conservation, les droits de récolte des Autochtones peuvent être limités. Il est difficile d'établir des rapports sur les récoltes de caribous, car les hardes migrent sur de vastes zones couvrant différents pays, territoires, provinces et revendications territoriales. Les rapports de récolte fonctionnent mieux lorsque les chasseurs font confiance aux organismes qui collectent les informations. Tout le monde y gagne lorsque tous les gouvernements (y compris des Autochtones – Inuits,

PORCUPINE



MODE ACTUELLE
En augmentant



PRINCIPAUX IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

les conditions de givrage hivernales diminuent la nourriture



LA GESTION

<2 % récolte Protection du caribou : parc national Ivvavik (Yukon), réserve faunique nationale de l'Arctique (Alaska)

AUTRES MENACES

Le développement pose un risque pour les aires de mise bas en Alaska

Premières Nations et Métis) travaillent ensemble pour compter et gérer la récolte du caribou.

Dans différents territoires et provinces du Canada, les OCTs ont souvent pris des mesures pour conserver le caribou en période de rareté. Au Nunavut, par exemple, ils ont interdit de manière proactive la chasse sportive et commerciale tout en maintenant la chasse de subsistance. La vente de viande de caribou par les médias sociaux dans et entre les communautés est en augmentation, ce qui peut signifier que davantage de caribous sont récoltés. Des mesures de conservation plus strictes et des rapports élaborés sur les récoltes dans le cadre d'une gestion coopérative sont nécessaires.

Dans les Territoires du Nord-Ouest, le Wek'èezhì Renewable Resources Board (WRRB) a sévèrement restreint la récolte de la harde de Bathurst en 2010. La taille de la harde est restée stable de 2009 à 2012, mais elle a ensuite repris sa baisse. Par conséquent, en 2016, le WRRB a décidé de restreindre toutes les récoltes. Cette situation a entraîné une détresse et des difficultés au sein des communautés.

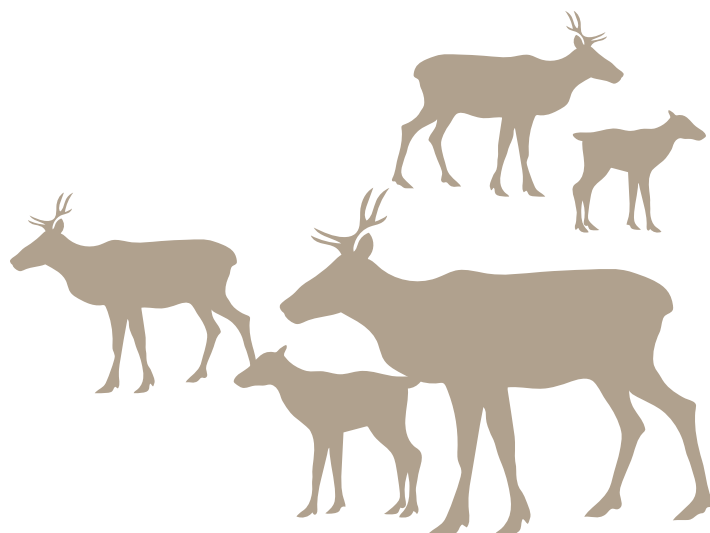
Il est difficile de faire respecter l'interdiction de récolte, car la harde de Bathurst partage une aire d'hivernage avec les hardes de Bluenose-est et de Beverly et d'Ahiak. La zone de gestion du noyau de population mobile du caribou de Bathurst a été créée pour cette raison. Chaque semaine, les chasseurs reçoivent une carte qui indique l'emplacement de la harde de Bathurst, avec une zone tampon autour de celle-ci, afin qu'ils sachent où la chasse est interdite. Des agents patrouillent dans la région pour s'assurer que ces interdictions sont respectées, mais la taille et l'éloignement des zones rendent leur application difficile. En 2021, le gouvernement Tłıchǫ, les Dénés Yellowknives et l'Alliance métisse North Slave ont posté des surveillants communautaires sur la route d'hiver de Tibbitt à Contwoyto pour suivre la récolte et fournir des informations aux récolteurs.

Pour des informations sur le savoir autochtone et la gestion des récoltes, veuillez consulter les sections sur réduire les facteurs de stress liés à la récolte et l'impact sur la santé des peuples autochtones ci-dessous.

Rétablissement du caribou

Lorsque les caribous se déplacent sur le territoire, leurs sabots laissent des traces sur les racines des plantes. Les traces sont encore visibles des centaines d'années plus tard, ce qui aide les biologistes à comprendre les périodes passées d'abondance et de rareté.²⁹ Les informations qu'elles montrent correspondent au savoir autochtone sur les hausses et les baisses du nombre de caribous. Il est possible que les pics ne soient pas aussi élevés qu'auparavant et que les faibles quantités aient duré plus longtemps que d'habitude. En outre, toutes les périodes de déclin ne sont pas nécessairement suivies d'un rétablissement.

À l'heure actuelle, de nombreuses hardes sont à des niveaux faibles, la gestion du caribou doit donc se concentrer sur le maintien ou la création des meilleures conditions possible pour leur rétablissement. Nous pouvons savoir quelles conditions sont liées aux périodes de déclin et de rétablissement en examinant les fluctuations passées du nombre de caribous et l'évolution de leurs aires de répartition depuis le dernier pic.



Les biologistes mesurent plusieurs facteurs pour les aider à évaluer la santé d'une harde. Bien que chaque harde soit unique, voici les signes généraux d'une harde en bonne santé et en pleine croissance :

- Bonne condition physique des femelles.
Les femelles grasses sont également plus susceptibles d'être gestantes
- Bon poids à la naissance et survie des faons (les faons représentent au moins 20 % de la harde en octobre)
- Un mélange équilibré de femelles et de mâles
- Environ 30 faons pour 100 femelles en octobre
- Un taux de survie annuel élevé des femelles adultes de 85 % et idéalement de 80 % pour les mâles (bien que viable à un taux de survie des mâles plus faible)

Lorsque les hardes se rétablissent et se développent, elles commencent à élargir leur aire de répartition. Elles peuvent revenir dans des zones qu'elles n'ont pas utilisées depuis des décennies, où la végétation a eu le temps de se rétablir après avoir été broutée par les caribous. Les activités de développement actuelles et futures peuvent interférer avec l'accès aux habitats saisonniers et les déplacements saisonniers des caribous.

De nombreux facteurs ont une incidence sur les populations de caribous, notamment les prédateurs, les développements industriels, les routes, la chasse et les facteurs naturels tels que les incendies, les conditions météorologiques et les maladies. Lorsque les hardes sont réduites, leur déclin est probablement plus rapide. Les petites populations sont particulièrement vulnérables aux changements qui touchent à la survie des adultes et des faons, notamment la récolte, les conditions météorologiques ainsi que la qualité et la disponibilité de la nourriture. Cependant, à mesure qu'une harde s'agrandit, elle devient généralement plus sûre. Elle compte suffisamment d'animaux pour résister à des revers tels que des noyades en traversant une rivière, ou un printemps tardif, qui peut s'avérer mortel pour des faons. Une population rétablie a besoin d'un habitat suffisant pour chaque

partie de son cycle de vie (vêlage et post-vêlage, rut, migrations et aires d'hivernage) et elle



doit pouvoir se rendre dans ces habitats. Les conseils de gestion, en collaboration avec leurs nombreux partenaires – organisations de chasseurs et de trappeurs, organisations régionales de protection de la faune, biologistes gouvernementaux, détenteurs de savoir traditionnel et autres, formulent des recommandations visant à préserver la santé de l'habitat du caribou à long terme. Ainsi, les évaluations des impacts du développement sur le caribou — routes, bruit, poussière et autres perturbations — doivent prendre en compte les effets du développement sur toute la durée des hauts et des bas de la population naturelle. Ceci est particulièrement important pour les habitats qui sont essentiels à la durabilité de la harde.

Le caribou est confronté à des défis modernes qui peuvent empêcher ou ralentir son rétablissement, voire provoquer son déclin. Les changements climatiques, le développement industriel et les méthodes de chasse modernes peuvent tous limiter le rétablissement. Les compromis associés à l'utilisation des terres et aux décisions de récolte qui peuvent être favorables ou défavorables doivent être discutés. Les personnes, les communautés, les détenteurs de savoir autochtone et de connaissances scientifiques, ainsi que les gouvernements, veulent tous voir des hardes de caribous en bonne santé. Nous devons travailler ensemble pour conserver les populations et leur habitat.

Perspective autochtone

Les paragraphes qui suivent présentent le point de vue du savoir autochtone sur les questions abordées ci-dessus, transmis dans le cadre d'entrevues et de discussions tenues avec George Lyall, de Nain, au Nunatsiavut, à Terre-Neuve-et-Labrador, Lars Qaqqaa de Baker Lake, au Nunavut, et Johnnie Lennie d'Inuvik, Inuvialuit, des Territoires du Nord-Ouest.

Populations de caribous

La harde de Qamanirjuaq, près de Baker Lake, qui était autrefois massive, est en train de se contracter. Le cycle de population de cette harde est de 60 à 70 ans, mais d'autres facteurs contribuent à son déclin. La harde de Beverly est également en déclin, en raison de modifications de sa voie de migration et de ses aires de vèlage, de l'évolution des conditions de glace le long de sa voie et d'autres facteurs.

Au Nunatsiavut, la harde de la rivière George, autrefois estimée à 750 000 individus, n'en compte plus que très peu, et la taille de la harde des monts Torngat continue d'être évaluée par des relevés aériens. La population de caribous forestiers des monts Red Wine est petite. Les biologistes qui ont examiné des carcasses n'ont pas été en mesure de trouver la cause de ces déclin.

Dans la région d'Inuvialuit, les hardes de caribous de Bluenose et de la péninsule de Tuktoyaktuk semblent toutes deux se trouver dans un cycle bas. La harde Bluenose, autrefois unique, s'est scindée en deux. Les caribous de la péninsule de Tuktoyaktuk se sont reproduits avec des rennes qui ont été importés dans la région il y a de nombreuses années. La harde de la Porcupine est en bonne santé.

Facteurs de stress et effets

Les caribous ont beaucoup de défis à surmonter. La croissance des collectivités et la construction de mines et de routes peuvent causer du stress et avoir des effets négatifs sur le caribou. Les routes facilitent les déplacements sur le territoire pour les chasseurs. Certains peuvent tuer plus que ce dont ils ont besoin et gaspiller de la viande. Les loups attendent aussi les caribous le long des routes. Les populations de loups augmentent et diminuent lorsqu'il y a plus de caribous, en particulier de faons.

Dans les Territoires du Nord-Ouest, le gouvernement a payé des chasseurs en échange de carcasses de loups. Si cela réduit le nombre de loups, cela peut contribuer à protéger le caribou à court terme.

Les caribous n'aiment pas traverser les lignes électriques au Nunatsiavut et au Québec. Cette question préoccupe certains habitants de la région de Kivalliq, au Nunavut, car une ligne électrique y a été proposée. Les aménagements hydroélectriques au Nunatsiavut et au Québec ont causé du stress et d'autres effets négatifs pour le caribou. Les étés plus chauds peuvent amener plus de moustiques et de mouches, ce qui oblige les caribous à se rapprocher de plans d'eau. Les changements climatiques ont également retardé le gel des lacs et des rivières. Certains ne gèlent pas complètement, ce qui peut nuire à la migration du caribou. Les pluies tardives dans l'année et la pluie verglaçante sur la neige créent une croûte que le caribou doit briser pour atteindre sa nourriture. Les faons meurent de faim lorsque la croûte de glace est épaisse.



Réduire les facteurs de stress liés à la récolte

De nombreuses mesures sont prises pour réduire le stress que la chasse fait peser sur les hardes. Les conseils de gestion de la faune font ce qu'ils peuvent pour gérer la récolte afin qu'elle reste viable pour les communautés qui dépendent du caribou. La plupart d'entre eux s'appuient sur le savoir autochtone pour élaborer des règles, telles que l'interdiction de chasser le caribou de tête, qui marche en tête de la harde, l'interdiction de chasser les femelles gestantes ou les femelles avec des faons, et l'interdiction de chasser pendant la saison du rut.

Partout où les hardes sont en déclin (même en raison de cycles naturels), les conseils de gestion ont diminué le nombre de caribous autorisés par foyer ou réduit la chasse dans une certaine zone, de sorte que les chasseurs doivent se déplacer plus loin pour obtenir plus de caribous.

La chasse sportive et la vente de viande de caribou ont été réduites ou éliminées dans certaines régions de l'Arctique, mais elles constituent un problème dans d'autres régions. Les Inuits sont autorisés à vendre de la viande de caribou à d'autres Inuits dans certaines communautés et régions. Cette situation peut être préoccupante et fait l'objet d'une surveillance prudente. Dans ces endroits, la chasse commerciale est réduite lorsqu'il n'y a pas assez de caribous pour subvenir aux besoins alimentaires des Inuits locaux.

Lorsqu'une harde de caribous est considérée comme trop petite pour supporter toute récolte, les systèmes de cogestion peuvent introduire un moratoire comme outil de gestion, uniquement en cas de besoin. Un moratoire ne fonctionne que si tout le monde l'accepte. Les personnes qui continuent à chasser peuvent mettre la harde à risque. Elles peuvent causer des dommages à long terme à la harde de caribous et elles vont à l'encontre des intérêts des communautés autochtones. Les chasseurs qui respectent l'interdiction estiment que ce comportement est injuste.

Impact sur la santé des peuples autochtones

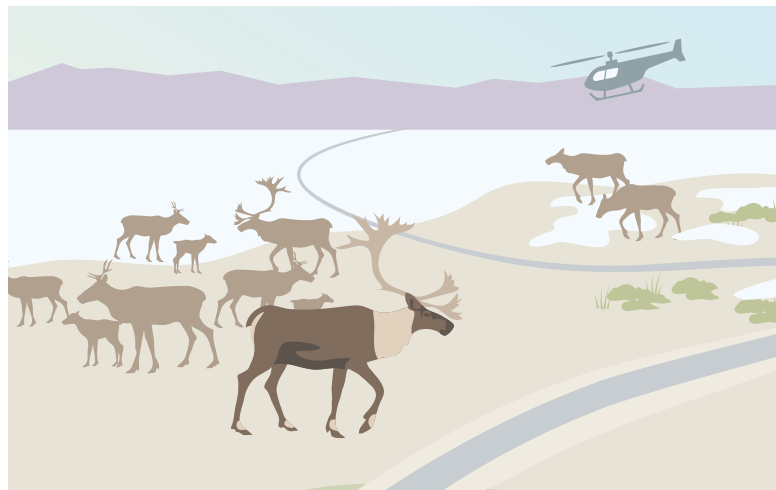
Lorsque la viande de caribou est difficile à obtenir ou n'est pas disponible du tout, les gens peuvent se tourner vers des aliments achetés en magasin, qui sont moins nutritifs et plus chers. Chaque génération mange de moins en moins de caribou en raison des limitations et des interdictions.

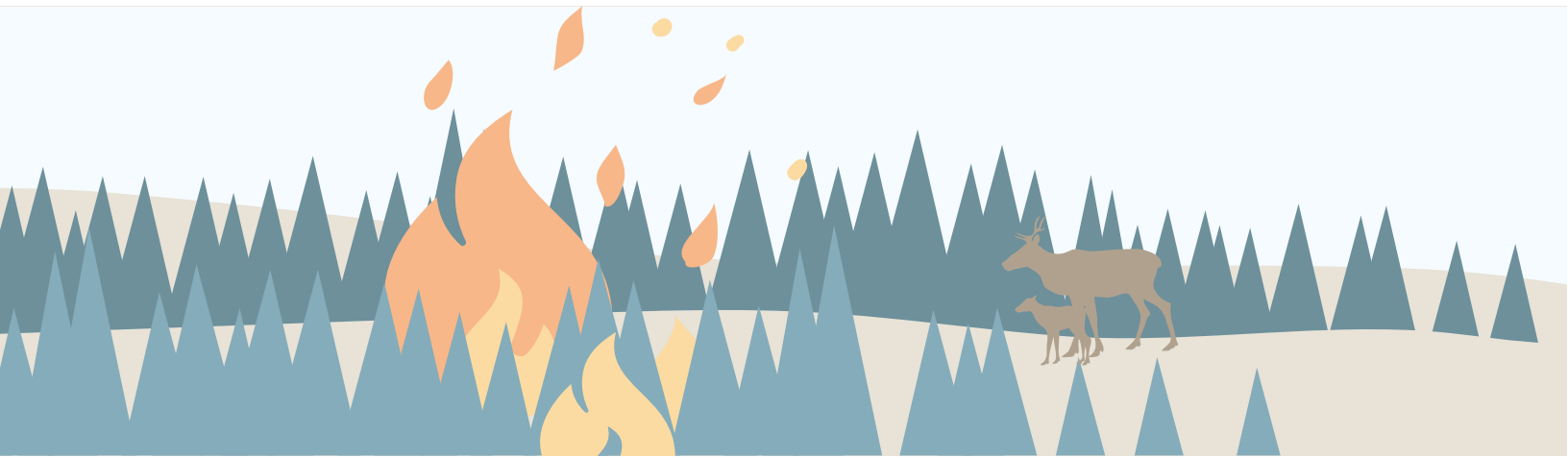
Le gouvernement du Nunatsiavut a importé du caribou et du bœuf musqué d'une autre région pour donner à ses membres la possibilité de manger du caribou et du bœuf musqué. (Remarque : Pour compenser la rareté du caribou et le manque

d'aliments traditionnels sur l'île de Baffin, le gouvernement du Nunavut a recommandé une chasse communautaire au bœuf musqué sur l'île Devon, où une population saine de ces animaux est disponible pour la récolte par les communautés de la côte nord de l'île de Baffin.³⁰

Protection actuelle et future de l'habitat du caribou

Le gouvernement et les partenaires de cogestion dans tout le Nord ont travaillé ensemble pour élaborer des mesures de protection du caribou et de son habitat. Certains ont établi des réserves naturelles dans des zones importantes pour les voies migratoires et les stades du cycle de vie du caribou. Le gouvernement du Québec, par exemple, a récemment créé des aires protégées qui protègent une partie des aires de répartition de la harde de caribous de la rivière George. Ces aires protègent une partie des aires de répartition saisonnière du cycle de vie annuel de la harde de caribous de la rivière George. Aucune activité d'exploration ou d'exploitation de ressources naturelles (y compris l'exploitation minière, l'extraction d'énergie, la foresterie) n'est autorisée dans ces aires.³¹ Les aires de vêlage et de post-vêlage du caribou de la Porcupine sont actuellement protégées par le parc national Ivvavik au Canada et par l'Arctic National Wildlife Refuge en Alaska, bien qu'une grande partie des aires de vêlage soit menacée par une éventuelle exploitation pétrolière. Le Conseil de gestion des ressources fauniques du Nunavut (CGRFN), principal





instrument de gestion des ressources fauniques du territoire, a dressé une liste de recommandations concernant l'habitat du caribou pour le projet de Plan d'aménagement du Nunavut.³² Cette liste comprend une recommandation visant à créer des réserves afin de protéger l'habitat essentiel du caribou dans la région du Nunavut, notamment :

1. L'établissement d'aires protégées est généralement une mesure de conservation plus efficace pour la protection de l'habitat principal du caribou et des populations vulnérables de caribous que la simple mise en place de mesures de protection.
2. Compte tenu notamment des faibles effectifs actuels, de la grande valeur économique, sociale et culturelle du caribou et de son habitat pour les Inuits et des activités d'exploration et de développement en cours sur l'ensemble du territoire, il est urgent que des mesures rapides et efficaces soient prises par les autorités de gestion pour assurer la protection de cette ressource naturelle irremplaçable.
3. L'établissement, en vertu de la *Loi sur la faune et la flore* du Nunavut, de *régions de gestion spéciale* et de mesures de protection réglementaires qui les accompagnent, semble être une mesure juridique efficace et appropriée pour la protection du caribou et de son habitat.

Bien qu'aucune aire protégée pour l'habitat essentiel du caribou (aires de vêlage, aires de post-vêlage, voies migratoires connexes et franchissements de cours d'eau) n'ait encore été mise en réserve

au Nunavut, il s'agit de pas positifs dans la bonne direction. En outre, l'élaboration du Plan d'aménagement du Nunavut doit être poursuivie afin de répondre aux besoins de protection de l'habitat du caribou. Les hardes à risque dans d'autres régions du Nord canadien pourraient avoir besoin d'une protection similaire.

Questions émergentes d'intérêt pour la recherche

Bon nombre des questions émergentes et des domaines d'intérêt pour la recherche concernant le caribou dans tout le Nord sont souvent complexes et entremêlés. À titre d'exemple, le climat de la planète change, tout comme le milieu dans lequel vit le caribou. La façon dont le caribou réagit à ces changements est très intéressante et préoccupante, car beaucoup d'entre eux pourraient être préjudiciables. Un climat plus chaud entraîne des changements dans l'approvisionnement alimentaire, car les communautés végétales s'adaptent également à des régimes plus humides ou plus secs. De nouveaux parasites et de nouvelles maladies apparaissent, ainsi qu'une augmentation du nombre et de l'aire de répartition des insectes, l'allongement des saisons de croissance offrant un nouveau point d'ancrage pour l'achèvement des stades complexes de la vie. La concurrence pour la nourriture augmente lorsque de nouvelles espèces envahissent un milieu moins hostile ou contribuent à une augmentation des prédateurs nouveaux ou existants. On s'attend à ce que des

conditions plus sèches entraînent davantage de feux de forêt, ce qui modifiera l'approvisionnement en nourriture avec la perte de lichens et la structure des paysages. De nouvelles techniques de recherche, telles que l'imagerie par satellite, la télédétection et la surveillance du cortisol sanguin, peuvent aider les chercheurs à comprendre les impacts de l'aménagement des terres, des changements climatiques et des effets cumulatifs des changements à grande échelle de l'habitat et des facteurs de stress sur le caribou. S'il est possible de s'accommoder du changement, c'est le rythme du changement qui peut être une cause de rupture. Les hardes de caribous continueront-elles à être fidèles à ces aires en particulier? Conserveront-elles leur mode de migration?

En plus des questions émergentes liées aux changements climatiques, il existe de nombreux domaines d'intérêt pour la recherche scientifique et le savoir autochtone qui ont trait au cycle de vie naturel et à l'écologie du caribou dans tout le Nord. Les populations de caribous présentent des hauts et des bas de population qui peuvent persister pendant des décennies. De nombreuses populations de caribous sont actuellement en déclin. La clé d'une gestion durable est la déclaration des récoltes, qui pourrait être améliorée pour la gestion du caribou. Verrons-nous un retour aux grandes populations (p. ex., 0,5 million ou plus d'animaux dans une harde) ou les hardes se diviseront-elles et se disperseront-elles davantage?

Les modifications futures apportées au territoire détermineront si le rétablissement peut atteindre les niveaux antérieurs au déclin. La dynamique prédateur-proie joue un rôle important dans l'écologie du caribou, car elle a façonné l'évolution du caribou et de ses prédateurs depuis des millénaires. On ne sait toujours pas si la prédation, notamment par les loups, peut modérer l'abondance des caribous. La limitation de l'abondance par

l'approvisionnement en nourriture est probablement plus répandue, mais il peut y avoir des périodes où certains processus exercent une plus grande influence qu'à d'autres moments. Il est clair que des études à long terme peuvent aider à répondre à ces questions, mais il est urgent d'obtenir des réponses maintenant, car certaines hardes sont peut-être en péril. Avec les grandes quantités de données qui accompagnent la recherche et la surveillance, le développement et le test de modèles de population qui peuvent être complétés par le savoir autochtone couvrant des décennies deviennent de plus en plus importants. Pour que le caribou conserve une place importante dans le paysage, il aura besoin de notre aide collective pour faire face aux changements rapides qui se produisent. Grâce à la collaboration, nous pouvons travailler ensemble en utilisant les connaissances traditionnelles et scientifiques afin d'acquérir une compréhension plus complète des relations complexes entre les humains, les caribous et la terre. Si nous travaillons ensemble, le caribou pourra continuer à être le poulx de la toundra.



Références

1. Parlee, L. and Caine, K., (eds.). 2018. When the Caribou Do Not Come: Indigenous Knowledge and Adaptive Management in the Western Arctic, UBC Press. [en anglais seulement]
2. Savoir polaire Canada. 2020. Rapport sur l'Atelier régional sur la planification et l'échange de connaissances. Disponible sur : <https://www.canada.ca/fr/savoir-polaire/rapports/atelier-regional-sur-la-planification-et-lechange-de-connaissances.html>. Consulté le 17 août 2021.
3. Gouvernement du Nunavut, ministère de l'Environnement (GN ME). 2016. Le développement des ressources et le caribou au Nunavut : trouver un équilibre, présentation du ministère de l'Environnement du gouvernement du Nunavut lors des délibérations de la 4e réunion technique sur le caribou de la Commission d'aménagement du Nunavut, 6-7 mars 2016.
4. Union internationale pour la conservation de la nature (UICN). 2016. Liste rouge de l'UICN des espèces menacées, version 2016.1, Union internationale pour la conservation de la nature et des ressources naturelles, Gland, Suisse, UICN.
5. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). 2016. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le caribou (*Rangifer tarandus*), population de la toundra, au Canada, Ottawa, COSEPAC, p. 123.
6. COSEPAC. 2015. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le Caribou de Peary (*Rangifer tarandus pearyi*) au Canada, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, pp. xii et 92. Disponible sur : <https://www.sararegistry.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=D7477596-1>.
7. COSEPAC. 2017. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le caribou (*Rangifer tarandus*), population migratrice de l'Est et population des monts Torngat, au Canada, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, (site Web du Registre public des espèces en péril), Ottawa, pp. xvii et 68.
8. Klaczek, M.R., Johnson, C.J. et Cluff, H.D. 2016. Wolf-caribou dynamics within the central Canadian Arctic. *Journal of Wildlife Management*, 80:837-849. [en anglais seulement]
9. Heard, D.C. et Williams, T.M. 1992. Distribution of wolf dens on migratory caribou ranges in the Northwest Territories, Canada. *Can J. Zool.*, 70:1504-1510. [en anglais seulement]
10. Vors, L.V. et Boyce, M.S. 2009. Global declines of caribou and reindeer. *Global Change Biology*. 15(11):2626-2633. Disponible sur : <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.01974.x>. [en anglais seulement]
11. Festa-Blanchet, M., Ray, J.C., Boutin, S., Côté, S.D. et Gunn, A. 2011. Conservation of caribou (*Rangifer tarandus*) in Canada: An uncertain future. *Canadian Journal of Zoology*, 89(5). Disponible sur : <https://doi.org/10.1139/z11-025>. [en anglais seulement]
12. Gunn, A., Russell, D. et Eamer, J. 2011. Tendances des populations de caribous au Canada, Biodiversité canadienne : État et tendances des écosystèmes 2010, Rapport technique thématique no 10, Conseils canadiens des ministres des ressources, Ottawa, pp. iv et 71. Disponible sur : <https://www.biodivcanada.chm-cbd.net/fr/etat-tendances-ecosystemes-2010/rapport-technique-10>. [en anglais seulement]
13. Réseau circumpolaire de surveillance et d'évaluation du caribou. 2016. Migratory Tundra Caribou et Wild Reindeer. D.E. Russell, A. Gunn, S. Kutz, p. 7 dans NOAA Arctic Report Card 2018.
14. Szor, G., Awan, M. et Campbell, M. 2014. The effect of predation on the Qamanirjuaq and Beverly subpopulations of Barren-Ground Caribou (*Rangifer tarandus groenlandicus*), Government of Nunavut, Department of Environment. [en anglais seulement]
15. Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador. Responsible and Sustainable Resource Management, Environment and Conservation, communiqué, 27 octobre 2015. Disponible sur : <https://www.releases.gov.nl.ca/releases/2015/env/1027n04.aspx>. Consulté le 2 août 2021.
16. Gunn, A. et Miller, F.L. 1986. Traditional behavior and fidelity to caribou calving grounds by barren-ground caribou. *Rangifer*, 6(2):151-158. [en anglais seulement].
17. Ferguson, M. et Gauthier L. 1992. Status and trends of *Rangifer tarandus* and *Ovibos moschatus* populations in Canada. *Rangifer*, 12(3):127-141. [en anglais seulement]
18. Bongelli, E., Dowsley, M., Velasco-Herrera, V.M. et Taylor, M. 2020. Do North American migratory barren-ground caribou subpopulations cycle? *Arctic*, 73(3):326-346. [en anglais seulement]

19. Ferguson, M., Williamson, R. et Messier, F. 1998. Inuit Knowledge of Long-term Changes in a Population of Arctic Tundra Caribou. *Arctic*, 51(3). [en anglais seulement]
20. Tomaselli, M., Kutz, S., Gerlach, C. et Checkley, S. 2018. Local knowledge to enhance wildlife population health surveillance: Conserving muskoxen and caribou in the Canadian Arctic. *Biol. Conserv.*, 217:337-348. [en anglais seulement]
21. Couturier, S., Courtois, R., Crépeau, H., Rivest, L-P. et Luttich, N. 1996. The June 1993 photocensus of the Rivière George caribou herd and comparison with an independent census. *Rangifer Special Issue*, 9:283-296.
22. Campbell, M., Goorts, J. et Lee, S., Aerial Abundance Estimates, Seasonal Range Use, and Spatial Affiliations of the Barren-Ground Caribou (*Rangifer tarandus groenlandicus*) on Baffin Island – March 2014. Government of Nunavut, Department of Environment. Technical Report Series – No: 01-2015. [en anglais seulement]
23. Pretzlaw, T. 2014. Natural Caribou Population Cycles – What Happened to Caribou in the Past and What Could Happen in the Future? In *Working Together for Baffin Island Caribou Workshop Report* – November 2014. Government of Nunavut, Department of Environment. [en anglais seulement]
24. Russell, D.E., Whitfield, P.H., Cai, J., Gunn, A., White, R.G. et Poole, K. 2013. CARMA's MERRA-based caribou range climate database. *Rangifer*, 33(Special Issue No. 21):145-152. [en anglais seulement]
25. Schmelzer, I., Lewis, K., Jacobs, J. et McCarthy, S. 2020. Boreal caribou survival in a warming climate, Labrador, Canada 1996-2014, *Global Ecology and Conservation*. [en anglais seulement]
26. Johnstone J.F., Allen C.D., Franklin J.F., Frelich L.E., Harvey B.J., Higuera P.E., Mack M.C. et Turner M.G. 2016. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(7). [en anglais seulement]
27. Johnson, C.J., Mumma, M.A. et St-Laurent., M.-H. 2019. Modeling multi-species predator-prey dynamics: Predicting the outcomes of conservation actions for woodland caribou. *Ecosphere*, 10(3):e02622. doi:10.1002/ecs2.2622. [en anglais seulement]
28. Boulanger, J., Kite, R., Campbell, M., Shaw, J. et Lee, D. 2019. Kivalliq Caribou Monitoring: Seasonal distributions and movement patterns of Kivalliq barren-ground caribou in relation to a road, and indices of productivity. Final Report to the Nunavut Wildlife Management Board, NRWT 2–18-07 August. [en anglais seulement]
29. Zalatan, R., Gunn, A. et Henry, G.H.R. 2006. Long-term abundance patterns of barren-ground caribou using trampling scars on roots of *Picea mariana* in the Northwest Territories, Canada. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 38(4):624-630. Disponible sur : [https://doi.org/10.1657/1523-0430\(2006\)38\[624:LAPOBC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1657/1523-0430(2006)38[624:LAPOBC]2.0.CO;2). [en anglais seulement]
30. Présentation du Conseil de gestion des ressources fauniques du Nunavut à la Commission d'aménagement du Nunavut concernant la position écrite du CGRFN sur la protection des caribous dans le PAN, 2017, 16-074E. Consulté le 20 juil 2021.
31. Présentation du Conseil de gestion des ressources fauniques du Nunavut lors de la 4e réunion technique en 2016 à la Commission d'aménagement du Nunavut – Caribou, dans le projet de Plan d'aménagement du Nunavut, transcription, 2016. 14-179E-2016-04-22 Transcript- DNLUP 4th Technical Meeting-Caribou.pdf. Consulté le 20 juil 2021.
32. Présentation du Conseil de gestion des ressources fauniques du Nunavut lors de la 4e réunion technique en 2016 à la Commission d'aménagement du Nunavut – Caribou, dans le projet de Plan d'aménagement du Nunavut, transcription, 2016. 14-179E-2016-04-22 Transcript- DNLUP 4th Technical Meeting-Caribou.pdf. Consulté le 20 juil 2021.



Comprendre les effets des changements climatiques sur la sécurité alimentaire des communautés autochtones du Nord



Résumé

Le savoir autochtone et l'expérience vécue, ainsi que la recherche sur les besoins et les priorités du Nord, sont essentiels pour comprendre comment le changement climatique affecte la sécurité alimentaire du Nord. Ce document décrit les effets du changement climatique sur les différentes dimensions de la sécurité alimentaire du point de vue des peuples autochtones du Nord, en reconnaissant leur relation étroite avec la terre et leur dépendance à l'égard des aliments traditionnels pour la nutrition et le bien-être de la communauté. L'influence multiforme du réchauffement climatique et des changements environnementaux sur la disponibilité, l'accessibilité et la qualité des aliments, ainsi que sur la nécessité de s'adapter, est explorée en faisant le lien avec les connaissances autochtones et la recherche. Cet article explore également la manière dont les communautés peuvent développer ou étendre les programmes actuels de surveillance de l'environnement afin de se concentrer sur une variété d'indicateurs qui saisissent l'influence complexe du changement climatique sur la sécurité alimentaire des pays via une conception « facteurs de stress, états et réponses ». Les succès des programmes actuels de surveillance communautaire sont également mis en évidence et des recommandations pour améliorer les efforts de surveillance existants sont faites dans le but de permettre aux communautés autochtones du Nord de rester résilientes face au changement.

Effets du changement climatique sur l'alimentation des pays : preuves du groupe de travail sur le savoir autochtone. Concept de sécurité alimentaire dans une optique autochtone. Le lien entre la sécurité alimentaire et l'identité culturelle est la raison pour laquelle il est important de mettre en évidence la sécurité alimentaire rurale au-delà du facteur nutritionnel. Les répercussions de la sécurité alimentaire rurale sur la santé ne peuvent être remplacées par des aliments achetés en magasin.

Auteurs et contributeurs

Jamie Snook*

Secrétariat de la faune, de la végétation et des pêches
dans les monts Torngat, Nunatsiavut
jamie.snook@torngatsecretariat.ca

Sherilee Harper*

Université de l'Alberta
sherilee.harper@ualberta.ca

Alison Perrin*

Centre de recherche de l'Université du Yukon

Ann Balasubramaniam*

Savoir polaire Canada

Ray Alisauskas

Environnement et Changement climatique Canada

Mark Basterfield

Conseil de gestion des ressources fauniques de la région
marine du Nunavik, Québec

Chukita Gruben**

Inuvialuit Regional Corporaton, Tuktoyatuk, Territoires
du Nord-Ouest

Jeremy Brammer

Gouvernement des Gwitchin Vuntut Environnement et
Changement climatique Canada

Chris Furgal

Université Trent

Dominique Henri

Environnement et Changement climatique Canada

Lawrance Ignace

Université de Victoria

Susan Kutz

Université de Calgary

Gita Ljubicic

Université McMaster

Kieran Nanook**

Taloyoak, Nunavut

Denis Ndeloh

Conseil de gestion des ressources fauniques du Nunavut

Stephanie Peacock

Université de Calgary

Sonia Wesche

Université d'Ottawa

Brian Park**

Inuvialuit Regional Corporation, Tuktoyaktuk, Territoires
du Nord-Ouest

* Auteurs correspondants/ co-premier auteurs

** Détenteurs du savoir autochtone

Information sur la citation

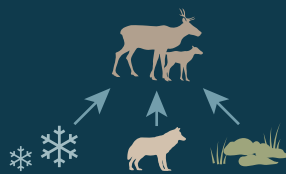
Snook, J., Harper, S., Perrin, A., Balasubramaniam, A.,
Alisauskas, R., Basterfield, M., Gruben, C., Brammer, J.,
Furgal, C., Henri, D., Ignace, L., Kutz, S., Ljubicic, G.,
Nanook, K., Ndeloh, D., Peacock, S., Wesche, S. et Park, B.
2022. Comprendre les effets des changements
climatiques sur la sécurité alimentaire des communautés
autochtones du Nord. Savoir polaire : Rapport Aqhaliat,
volume 4, Savoir Polaire Canada, p. 106–126. DOI:
10.35298/pkc.2021.05.fra



De nouveaux mots
sont nécessaire pour
décrire de nouvelles
conditions



Le transfert de connaissances
intergénérationnel doit
répondre aux changements
induits par le climat



Abondance
de la faune
et plantes



Diversité
de la faune
et plantes

**Comment nous adaptons-nous,
en faisant le pont entre
différentes manières de savoir ?**

**Y en at-il
assez ?**



CHANGEMENT CLIMATIQUE

Affecte tous les aspects de la
sécurité alimentaire et des modes
de vie autochtones



**A-t-on envie
d'en manger ?**

**Pouvons-nous
les obtenir ?**



Qualité et
sécurité
alimentaire



État des
animaux



Répartition
des animaux



Obstacles
économiques



Régimes alimentaires
locaux et apport en
nutriments



Conditions
de voyage



Introduction

Dans tout le Nord, la « terre », qui comprend l’eau, la glace, la flore et la faune, fait vivre les peuples autochtones depuis des millénaires. Les relations avec la terre ont façonné les cultures autochtones et ont eu une grande influence sur le savoir ancien transmis de génération en génération. Aujourd’hui, les changements climatiques modifient les relations à la terre et le savoir lié à la terre. Il est donc difficile pour les peuples autochtones du Nord de se procurer de la nourriture depuis leurs territoires traditionnels. ¹ Cela a des répercussions sur leur sécurité alimentaire.

Lors d’un atelier régional sur la planification et l’échange de connaissances qui s’est tenu sur le campus de la Station canadienne de recherche dans l’Extrême-Arctique (les 10 et 11 mars 2020), les participants autochtones ont exprimé leur inquiétude quant à la façon dont les changements climatiques touchent à leur accès aux aliments traditionnels. Ils ont également évoqué la nécessité de disposer d’informations pertinentes et actualisées afin de pouvoir comprendre les effets des changements climatiques et planifier la manière de s’y adapter.

Le savoir et l’expérience vécue des Autochtones, ainsi que la recherche sur les besoins et les priorités du Nord, sont essentiels pour comprendre comment les changements climatiques nuisent à la sécurité alimentaire du Nord. Le savoir autochtone et la

science, en travaillant ensemble, aideront à répondre aux besoins d’information des communautés du Nord. Ces informations permettront d’orienter les politiques et de soutenir la prise de décision afin d’améliorer la résilience et la durabilité des systèmes alimentaires du Nord.

Le présent document vise à répondre aux questions suivantes posées lors de l’atelier :

- Quels sont les effets des changements climatiques sur la santé et la disponibilité des aliments traditionnels?
- Faisons-nous suffisamment de surveillance pour comprendre les influences des changements climatiques sur les aliments traditionnels et pour planifier l’adaptation des systèmes alimentaires du Nord? Si ce n’est pas le cas, que faudrait-il faire de plus?
- Comment les détenteurs du savoir du Nord et autochtone peuvent-ils prendre part à la surveillance des changements dans les écosystèmes et de quel soutien ont-ils besoin?
- Quel est le rôle de la surveillance communautaire dans la collecte d’informations sur les changements climatiques et l’évolution des espèces sauvages?
- Sur quels domaines devrions-nous nous concentrer en ce qui a trait à la recherche et la surveillance des changements climatiques?

Notre approche

Savoir polaire Canada a réuni un groupe de travail pour élaborer le présent document, à partir de nos diverses expériences de travail avec les communautés du Nord.

Les organisations du Nord, les gouvernements régionaux et les organismes de gouvernance autochtones ont mené leurs propres évaluations afin de cerner les principaux enjeux liés aux changements climatiques, de planifier des mesures d'adaptation ^{2,3,4,5} et de créer des stratégies de sécurité alimentaire. ^{6,7,8,9} Le présent document contribue à ces efforts en utilisant à la fois le savoir autochtone et les connaissances scientifiques pour formuler des recommandations qui soutiennent les réponses communautaires aux impacts des changements climatiques sur les aliments traditionnels.

Impacts des changements climatiques sur les aliments traditionnels : témoignages du groupe de travail sur le savoir autochtone

La récolte, la préparation et la consommation d'aliments traditionnels (faune, poisson, baies et flore) sont des pratiques culturelles importantes transmises de génération en génération dans les communautés du Nord. Les changements climatiques dans les régions nordiques ont eu des répercussions sur la capacité des communautés à récolter et à consommer des aliments traditionnels. Gel tardif, fonte printanière irrégulière, hivers plus chauds ou plus froids, dégel du pergélisol, perte de glace à long terme, modification du régime des précipitations et érosion côtière : tous ces facteurs ont une incidence sur les déplacements vers les terres traditionnelles. Dans la région des Inuvialuit, les fontes printanières intenses dans le réseau hydrographique du fleuve Mackenzie obligent les chasseurs à emprunter de nouvelles



routes lorsqu'ils rentrent en ville, car les routes habituelles sont moins sûres. Les nouvelles routes sont plus longues et les chasseurs consomment plus de carburant, ce qui peut poser des problèmes. Ce n'est là qu'un exemple de la manière dont l'évolution des conditions environnementales peut toucher la sécurité des chasseurs et augmenter les coûts.

On craint également que les changements climatiques nuisent à la qualité et la disponibilité des aliments traditionnels. Dans la région des Inuvialuit, certains Inuits ont remarqué que la qualité de la viande a baissé. Ainsi, des gens ont vu des vers dans des touladis et des foies de caribou anormaux. En outre, les Inuits ont appris que la diminution de la glace de mer annuelle signifie que les réseaux trophiques marins sont plus exposés aux polluants atmosphériques, tels que le mercure, provenant des régions méridionales. Cela nuit à la qualité des aliments marins. Bien qu'il soit bien connu que les cycles naturels peuvent entraîner une modification du nombre d'animaux et de leurs voies de migration, de nombreux Autochtones s'inquiètent de la manière dont les changements climatiques ont une incidence sur la disponibilité. Le béluga et le narval sont depuis longtemps absents de Taloyoak, au Nunavut, et les détenteurs du savoir attribuent cette situation aux changements climatiques et à l'augmentation du trafic maritime. Dans la région des Inuvialuit, il est clair que les bélugas, les poissons et les caribous sont confrontés aux effets des changements climatiques. Ce sont des préoccupations importantes pour ceux qui dépendent des aliments traditionnels pour leur subsistance.

Les changements climatiques ont également un impact sur le savoir autochtone au sujet des parcours menant aux zones de chasse et de la qualité de la viande. Les effets combinés des conditions environnementales imprévisibles et de la disponibilité changeante de la faune et de la flore compliquent le transfert du savoir entre les générations. Lorsque les conditions environnementales changeantes empêchent l'utilisation des routes traditionnelles, les Aînés ne peuvent pas toujours expliquer les nouvelles conditions. Les nouvelles toxines et maladies qui

nuisent à la qualité de la viande sont tout aussi préoccupantes. On pense qu'ils arrivent en raison de la hausse des températures.

Il est particulièrement difficile d'expliquer ces nouvelles conditions lorsqu'il n'existe pas de termes pour les désigner dans la langue autochtone locale. En outre, lorsque les détenteurs du savoir n'ont pas connu les conditions auparavant, ils ne peuvent pas juger de la manière dont elles auront des répercussions sur la santé ou la sécurité des chasseurs. Sans ces informations, un jeune chasseur peut ne pas savoir comment faire face aux conditions et se sentir moins en confiance sur le terrain. Ces pressions supplémentaires aggravent les inquiétudes liées aux changements climatiques auxquels de nombreuses communautés du Nord sont déjà confrontées. Cela perturbe fondamentalement l'équilibre qu'elles ont trouvé dans leurs milieux au fil des siècles.

Impacts des changements climatiques sur les différentes dimensions de la sécurité alimentaire des autochtones

Le savoir autochtone sur la façon dont les changements climatiques ont une incidence sur la sécurité alimentaire peut être approfondi en examinant les effets des changements climatiques sur la disponibilité, l'accès et la qualité des aliments traditionnels (voir l'infographie sur les impacts du changement climatique).

Disponibilité des aliments : y en a-t-il assez?

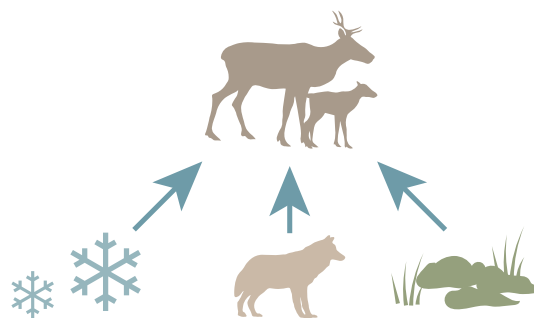
La disponibilité des aliments traditionnels est déterminée par :

- L'abondance de la faune et de la flore (le nombre d'individus d'une espèce ou d'une harde en particulier, ou le poids sec total des plantes)
- La diversité de la faune et de la flore (la disponibilité de différents types d'espèces d'aliments traditionnels)

Pour qu'il y ait des aliments traditionnels, la faune et la flore doivent être abondantes et diversifiées. Plusieurs facteurs influent sur l'évolution de l'abondance et de la diversité de la faune et de la flore arctiques à mesure que le climat se réchauffe. Ceux-ci peuvent agir en opposition. Ainsi, des changements dans les conditions environnementales (glace plus mince, neige plus profonde) peuvent rendre plus difficile le déplacement des caribous et les amener à utiliser plus d'énergie pendant la migration. Parallèlement, l'allongement des saisons de croissance dû au réchauffement peut améliorer la quantité et la qualité des plantes que consomme la faune. Cela pourrait fournir plus d'énergie, ce qui pourrait compenser l'énergie supplémentaire utilisée pendant la migration.¹⁰

Des populations distinctes d'une même espèce peuvent réagir différemment au réchauffement en raison de la manière dont elles se sont adaptées aux conditions locales. À titre d'exemple, un plus grand nombre de saumons quinnats du fleuve Yukon peuvent survivre à une fonte plus précoce de la glace fluviale et à des températures plus élevées dans la mer de Béring,¹¹ par rapport aux populations de saumons quinnats du Sud.¹² Avec la hausse des températures, les prédateurs tels que les grizzlis^{13, 14} et les parasites tels que les strongles pulmonaires chez le bœuf musqué¹⁵ se déplacent vers le nord.

L'influence du réchauffement sur les aliments traditionnels étant complexe, il est difficile de savoir avec certitude comment il nuira à la disponibilité globale. Nous savons que la diversité et l'abondance des espèces alimentaires évoluent plus rapidement avec le réchauffement de l'Arctique.¹ Pour assurer la sécurité alimentaire, il faut échanger les connaissances et s'adapter aux nouvelles occasions de manière à soutenir et à promouvoir le savoir, la culture et le bien-être des Autochtones.¹⁶



Accessibilité des aliments : peut-on les obtenir?

Les changements climatiques ont un impact sur les lieux où l'on trouve les espèces d'aliments traditionnels, ainsi que sur la capacité des chasseurs à se déplacer sur leurs territoires traditionnels. Ils ont également des répercussions sur les pratiques alimentaires culturelles (p. ex., le partage de la nourriture, le choix des aliments). La recherche a montré que les changements climatiques :

- remettent en cause la capacité des chasseurs à se déplacer en toute sécurité ^{17, 18}
- rendent la récolte plus coûteuse en raison de l'imprévisibilité du temps, de la distance plus grande à parcourir et du temps passé accru sur le terrain ^{19, 20, 18}
- nuisent à la distribution des espèces d'aliments traditionnels en raison des deux facteurs environnementaux ²¹ et de nouveaux prédateurs ¹⁸

Les impacts des changements climatiques peuvent rendre impossible l'accès aux zones de chasse lorsque les animaux sont présents. ^{17, 18} Les conditions environnementales découlant du climat et qui ont un impact sur l'accessibilité des aliments comprennent les suivantes :

- réduction de l'étendue de la glace de mer
- état des glaces instable
- changements dans le moment et la durée du gel et de la débâcle des glaces
- variations du niveau de l'eau
- tempêtes plus fréquentes et plus violentes
- vents imprévisibles
- changements dans le régime des précipitations
- accroissement de l'érosion
- dégel du pergélisol

Ces changements peuvent obliger les chasseurs à récolter une autre espèce, comme le poisson, s'ils ne peuvent pas atteindre en toute sécurité les terrains de chasse au caribou. ²² Parfois, les conditions changeantes peuvent permettre des saisons de pêche plus longues, et une augmentation des déplacements en hiver. ^{18, 23, 24}



Les conditions environnementales imprévisibles peuvent également rendre moins fiables et plus coûteuses les voies de déplacement utilisées depuis des générations. Cela peut rendre plus difficile la transmission du savoir entre les générations et donc plus difficile pour les Aînés d'aider les jeunes chasseurs à perfectionner leurs compétences. Si les chasseurs ont plus de mal à atteindre les espèces alimentaires, ils risquent de ramener moins de nourriture à la maison et d'en avoir moins à partager avec les mères célibataires et les Aînés. ^{25, 26, 27} Cela peut avoir une incidence sur le bien-être des personnes et de la communauté tout entière. ^{28, 29, 30, 31}

Qualité des aliments : A-t-on envie d'en manger ?

La qualité des aliments traditionnels fait référence à ce qui suit :

- La valeur nutritionnelle
- Les préférences alimentaires culturelles
- Le goût, l'odeur, l'apparence, la texture
- La salubrité des aliments

Les aliments traditionnels sont une source majeure de nutriments essentiels. Ils jouent un rôle essentiel dans le maintien de la santé. Les impacts des changements climatiques sur l'accès et la disponibilité des aliments traditionnels peuvent avoir une incidence sur le régime alimentaire et la nutrition. Ainsi, si les changements obligent les chasseurs à choisir des espèces de poissons faciles à capturer et abondantes plutôt que des caribous difficiles à capturer, cela peut avoir des répercussions sur la nutrition et la santé des communautés autochtones.

Les changements climatiques modifient également la salubrité des aliments. Les températures plus

chaudes ont une incidence sur la quantité de contaminants qui se déplacent vers le nord à partir d'autres régions.^{2, 33, 34, 35} Cela peut avoir un impact sur les taux de contaminants environnementaux dans les aliments traditionnels, tels que les BPC, le mercure et le plomb dans les aliments traditionnels.^{36, 35} Une surveillance de l'environnement, des avis sanitaires adaptés et des conseils sur une consommation équilibrée peuvent contribuer à limiter l'exposition à ces contaminants.³⁵ Les températures plus chaudes peuvent également diminuer la salubrité des aliments et provoquer des maux d'origine alimentaire. Ainsi, on prévoit que les maux causés par les fruits de mer augmenteront le long de nombreuses côtes du Nord du Canada en raison du réchauffement des eaux océaniques.³⁷

Les changements climatiques ont des répercussions sur les pratiques de préparation et de stockage des aliments qui dépendent de températures fraîches. Cela peut réduire la qualité et la salubrité des aliments. Par exemple, le séchage à l'air libre du poisson et de la viande en surface, l'entreposage sous froid souterrain sur le pergélisol ou près du pergélisol et la fermentation ne fonctionnent pas bien lorsqu'il fait trop chaud. Des congélateurs communautaires et des installations de découpe et d'emballage peuvent contribuer à prévenir les maladies d'origine alimentaire. Il est essentiel de reconnaître rapidement les problèmes de salubrité des aliments et d'éduquer le public, notamment dans le contexte des changements climatiques.

Les changements climatiques mettent en péril la sécurité alimentaire des Autochtones, mais les systèmes alimentaires des communautés et des régions peuvent être résilients. Ces mesures sont nécessaires :

- Étudier et relever les impacts du climat sur l'accès, la disponibilité et la qualité des aliments traditionnels et y répondre
- Examiner comment les différents modes de connaissance soutiennent et informent l'adaptation des communautés nordiques
- Élaborer des programmes novateurs sur la terminologie et le transfert du savoir en langue autochtone qui répondent aux changements et aux nouvelles conditions induits par le climat

Surveillance des indicateurs de changements climatiques et de bien-être

La surveillance des indicateurs à long terme peut aider à suivre les effets des changements climatiques sur la sécurité des aliments traditionnels. Les changements climatiques influent différemment sur les conditions environnementales, la faune et la flore, selon les régions du Nord. Les priorités locales varient également. Bien qu'il n'y ait pas de solution unique à l'élaboration de programmes de surveillance du Nord,^{38, 39} les programmes communautaires qui surveillent les indicateurs environnementaux, sociaux et économiques pertinents pour les habitants de la région^{39, 40, 41, 42} sont particulièrement utiles.

Nous présentons ci-dessous quelques concepts clés à prendre en compte à la conception de programmes visant à surveiller la façon dont les changements climatiques ont une incidence sur les trois dimensions de la sécurité alimentaire (disponibilité, accessibilité et qualité). Une conception « facteurs de stress, états et réponses » qui apparie des indicateurs environnementaux, sociaux et économiques peut permettre le développement de programmes de surveillance holistiques (Tableau 1).

Facteurs de stress : En quoi les changements climatiques menacent-ils l'alimentation traditionnelle?

Les facteurs de stress désignent des aspects de l'environnement qui exercent un stress sur les espèces d'aliments traditionnels ou qui influent sur leur évolution. Les indicateurs des facteurs de stress peuvent inclure des éléments des changements climatiques (p. ex., augmentation des températures annuelles, températures printanières plus précoces, débâcle plus précoce) qui influent sur des aspects de l'environnement qui ont une incidence sur une espèce d'aliments traditionnels (p. ex., l'habitat des espèces, les sources et la qualité de la nourriture, les perturbations, la prédation, les maladies).



États : Quelles sont les répercussions des changements climatiques sur les espèces sauvages?

Les états font référence à la manière dont les facteurs de stress climatique influent sur les espèces fauniques et floristiques. Le climat peut nuire à l'état d'une population faunique ou floristique de différentes manières (voir « Disponibilité des aliments : y en a-t-il assez? » ci-dessus). Les indicateurs de l'état d'une population d'espèces d'aliments traditionnels peuvent inclure le nombre de populations, la santé des animaux ou le comportement.

Réponses : Quelles sont les répercussions des changements climatiques sur la sécurité alimentaire des Autochtones?

Les indicateurs des réponses aux changements climatiques peuvent inclure le taux des récoltes, la quantité d'espèces d'aliments traditionnels clés consommées par une communauté, ainsi que la qualité ou la salubrité des aliments.

Tableau 1 Un exemple de cadre « facteur de stress-état-réponse » pour la surveillance d'impacts des changements climatiques sur les aliments traditionnels. Ce tableau fournit quelques exemples d'indicateurs mais ne présente pas tous les indicateurs potentiels.

	Facteurs de stress	États	Réponses
Disponibilité des aliments	Exemples d'indicateurs : température de l'eau, salinité, disponibilité des proies, couverture de glace (habitat), épaisseur de la neige, prédation	Exemples d'indicateurs : taille de la population de la faune, structure de la population (mâles, femelles, jeunes)	Exemples d'indicateurs : fréquence et quantité de consommation de faune au sein des communautés
Accessibilité des aliments	Exemples d'indicateurs : épaisseur de la glace, stabilité de la glace, moment du gel, moment de la débâcle, température moyenne de l'air, niveaux d'eau, fréquence des tempêtes	Exemples d'indicateurs : état des sentiers et des voies de circulation vers les zones de récolte, durée de la saison de récolte des espèces clés	Exemples d'indicateurs : nombre de récoltes, continuité culturelle, transfert du savoir sur les espèces d'aliments aux jeunes générations, accidents terrestres, fourniture d'équipements de récolte
Qualité des aliments	Exemples d'indicateurs : température de l'eau de mer et de l'eau douce, température moyenne de l'air, température extrême de l'air	Exemples d'indicateurs : agents pathogènes responsables de maladies dans des espèces d'aliments traditionnels, taux de contaminants environnementaux, nutriments clés dans des aliments traditionnels, qualité (p. ex., le goût, la couleur et la texture) des principaux aliments selon la communauté	Exemples d'indicateurs : fréquence et quantité d'espèces d'aliments traditionnels consommés dans les communautés, fréquence des viandes/ carcasses jetées, rapports sur les maux d'origine alimentaire, teneur en nutriments et taux de contaminants dans les aliments traditionnels

Occasions de surveillance communautaire et succès connexes

Les organisations autochtones du Nord jouent un rôle important dans la recherche et la surveillance. Elles déterminent les questions de recherche et dirigent la recherche à l'échelle locale. Dans les encadrés 1 à 4, nous présentons des exemples de programmes de surveillance communautaires qui répondent aux impacts des changements climatiques sur la sécurité alimentaire des Autochtones dans tout le Nord. Ces exemples montrent que de nombreux facteurs de stress, états et réponses différents sont surveillés partout dans le Nord. Certains éléments communs contribuent à leur succès, notamment :

- donner la priorité à l'autodétermination des Autochtones dans la conception et la mise en œuvre des programmes de surveillance
- se concentrer sur les espèces culturellement importantes et leurs habitats
- travailler au sein des structures de gouvernance autochtones
- soutenir un leadership communautaire fort et des partenariats à long terme pour assurer la continuité des programmes
- faire participer les détenteurs du savoir autochtone à la détermination des indicateurs et des lieux pertinents
- soutenir la capacité de surveillance communautaire par la formation de jeunes et des programmes de gardiens autochtones
- surveiller des activités liées à l'utilisation saisonnière des terres
- reconnaître les initiatives communautaires de surveillance comme un moyen de contribuer à l'éducation, à la recherche, à la conservation et aux activités économiques dans le domaine de l'environnement
- rendre les résultats de la surveillance disponibles au sein des communautés et des régions, et entre elles, afin de soutenir la prise de décision



Ces éléments communs peuvent également contribuer à créer un élan vers une recherche et une surveillance coordonnées de la sécurité alimentaire à la grandeur du Nord. Il est important d'offrir aux habitants du Nord la possibilité de transmettre leur savoir sur la conception des programmes, les tendances des données et les compétences techniques requises pour la recherche et la surveillance.

Les programmes de recherche et de surveillance menés par les communautés sont inhérents aux ententes d'autonomie gouvernementale et aux droits indiqués dans les revendications territoriales et les ententes de cogestion. Cependant, ils n'ont reçu des fonds que récemment. La recherche n'a pas toujours profité aux habitants du Nord ou répondu aux intérêts et aux besoins locaux ou régionaux.^{44, 45} Toutefois, les choses commencent à bouger. Les programmes de recherche et de surveillance qui respectent les droits des Autochtones et leur autodétermination dans la recherche peuvent mieux soutenir la résilience locale aux changements climatiques.^{43, 45}

Encadré n° 1

Surveillance de la santé des phoques grâce à SIKU

SIKU est l'abréviation du réseau social du savoir autochtone (www.siku.org), qui a été mis sur pied par la Société des Eiders de l'Arctique (<https://arcticeider.com/>) et l'Association des chasseurs et trappeurs de Sanikiluaq, au Nunavut. La surveillance communautaire du milieu marin, avec le concours des chasseurs inuits des communautés de Sanikiluaq et du Nunavik dans la région de l'Est de la baie d'Hudson, se poursuit depuis de nombreuses années. Ce programme comprend des recherches océanographiques et sur la glace de mer, ainsi que des programmes de surveillance de la faune.

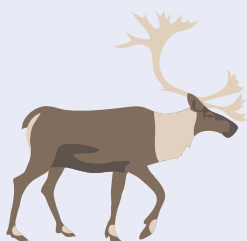


Les phoques annelés sont particulièrement importants pour la sécurité alimentaire de la région. Une étude, qui repose sur les observations et l'orientation de l'Aîné Peter Kattuk concernant l'évolution du régime alimentaire des phoques, a montré que ces derniers mangeaient moins de poisson et plus de crevettes. Cette étude a constitué un projet pilote clé pour le développement de l'appli SIKU, avant et après son lancement en 2019. Grâce à l'appli SIKU, toute personne qui part à la chasse peut sauvegarder des indicateurs importants sur les phoques et les conditions environnementales. En outre, des surveillants environnementaux rémunérés utilisent des instruments scientifiques et des observations fondées sur le savoir inuit pour récolter des données sur les conditions de glace de mer, d'océanographie et autres. Ils peuvent sauvegarder et transmettre ces informations grâce à SIKU.

Encadré n° 2

Surveillance du caribou au Nunatsiavut

Les hardes de caribous de la rivière George et des monts Mealy ont décliné en raison des changements climatiques et d'autres impacts d'origine humaine au Labrador. La province a interdit la chasse des deux hardes, qui sont essentielles à la sécurité alimentaire et au bien-être des Inuits.



Des projets de recherche communautaire ont permis de récolter des données sur le savoir des Inuits sur ces hardes. Les Inuits ont exprimé de fortes émotions quant à la perte de leur lien avec les animaux. Ils ont révélé que le caribou est essentiel au bien-être émotionnel, à l'identité et à la continuité culturelle des Inuits.²⁹ Ils s'inquiètent de perdre définitivement l'accès au caribou,³⁰ en partie à cause des changements climatiques. Les Inuits se sont sentis criminalisés à cause des interdictions de chasse. Lorsqu'ils ont fait part de leur point de vue sur la gestion du caribou, ils ont eu l'impression que les gouvernements ne les ont pas écoutés.⁴⁶

Un nouveau projet de surveillance du caribou réunit la recherche universitaire et les priorités des communautés. Le projet vise à reconnecter les jeunes à la terre et au caribou. Des jeunes se joindront à des Aînés durant des sorties de chasse dans l'aire d'hivernage des hardes de la rivière George et des monts Mealy et prendront des photos de leurs expériences. Des membres de communautés prépareront et codirigeront les sorties avec l'équipe du projet. Le projet vise à évaluer les aires d'hivernage et les mouvements du caribou, en les comparant au savoir traditionnel issu des pratiques de chasse passées. Les participants peuvent également évaluer le comportement ou la santé des caribous par rapport aux observations antérieures. Ce projet est une manière innovante de ne pas oublier les pratiques culturelles et de contribuer au bien-être des Inuits.

Encadré n° 3

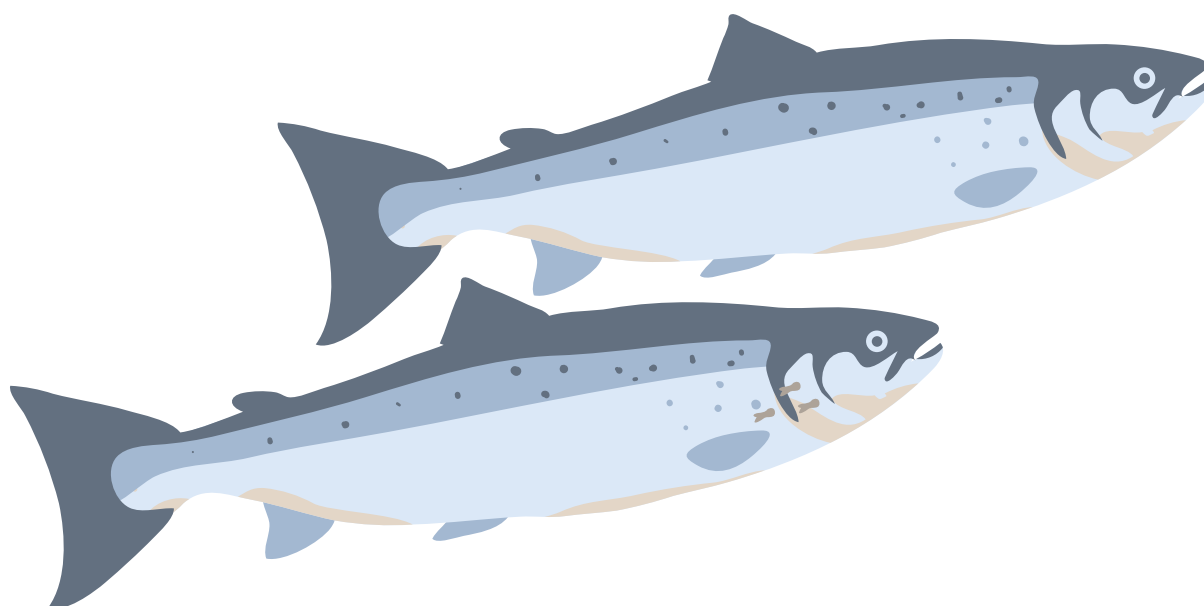
Surveillance du saumon quinnat dans le centre du Yukon

La Première Nation des Na-Cho Nyäk Dun (www.nndfn.com) et la Wildlife Conservation Society Canada (www.wcscanada.org) travaillent ensemble pour surveiller le saumon quinnat dans le bassin versant de la rivière Beaver. Ce travail associe le savoir autochtone et les connaissances scientifiques en partenariat pour orienter la planification de la conservation.

Le bassin versant de la rivière Beaver est le lieu de résidence du peuple Na-Cho Nyäk Dun et constitue l'habitat de nombreuses espèces sauvages importantes, dont le saumon quinnat. Une route proposée traversera ⁴⁸ rivières et ruisseaux dans le bassin versant, ce qui pourrait nuire à un habitat de frai clé du saumon. Un plan d'aménagement du territoire est en cours d'élaboration afin de protéger les habitats de frai et de réduire les impacts de la route sur le saumon.

Les cartes culturelles et le savoir autochtone sur le frai du saumon, fournis par les Aînés du peuple Na-Cho Nyäk Dun, ont guidé la conception de l'étude et le travail sur le terrain pour surveiller le nombre de saumons, l'habitat de frai et la qualité de l'eau.

Le projet a permis de relever un habitat de frai viable pour le saumon chinook et des zones clés pour continuer à surveiller les saumons en frai. Il comprenait également la formation et le mentorat de personnel issu de la Première Nation des Na-Cho Nyäk Dun, qui dispose désormais des compétences nécessaires pour effectuer lui-même les relevés et poursuivre le programme de surveillance. Un Aîné a pris part aux activités de surveillance et a transmis le savoir autochtone sur la terre, ainsi que des idées importantes pour la conservation. Ces éléments sont repris dans une carte narrative distribuée auprès des citoyens de la Première Nation des Na-cho Nyäk Dun : (<https://storymaps.arcgis.com/stories/8eba6b85803b4b56b6389abcc74708a8>). Les résultats de ce travail servent de base à l'élaboration du plan d'aménagement du territoire de la rivière Beaver. La surveillance se poursuivra pour soutenir la protection future du saumon chinook et de l'eau. Les projets envisagés dans le bassin versant de la rivière Beaver comprennent la surveillance de la température de l'air et de l'eau et des conditions de luminosité.



Encadré n° 4

Surveillance communautaire et collaborative de la santé du caribou et du bœuf musqué

Un programme de surveillance de la santé des caribous et des bœufs musqués a été élaboré en collaboration par des membres de communautés, des universitaires et des organismes gouvernementaux de protection de la faune en réponse aux préoccupations exprimées par les communautés d'Ulukhaktok, dans les Territoires du Nord-Ouest, et de Kugluktuk et d'Ikaluktutiak, au Nunavut. Ces programmes associent le savoir autochtone et la science pour comprendre la santé des populations sauvages, les maladies et les zoonoses (maladies qui passent des animaux aux humains). Les programmes consistent en ce qui suit : i) des entretiens de base sur la santé de la faune, qui permettent de recueillir des informations sur les facteurs de stress; ii) des prélèvements sur des caribous et des bœufs musqués; et iii) des entrevues annuelles continues qui permettent de récolter des données sur le savoir autochtone relatif à la santé et aux tendances des populations.



Ces approches associent le savoir autochtone et les connaissances scientifiques pour établir des bases et des tendances historiques. Elles permettent également de récolter des données sur les populations actuelles et de détecter des conditions, maladies ou préoccupations nouvelles ou émergentes. Les résultats sont transmis aux communautés au moyen de présentations communautaires, de réunions de cogestion et de rapports rédigés en collaboration avec des partenaires communautaires majeurs. Les résultats peuvent servir de base à des interventions en matière d'éducation, de conservation ou de santé publique. Le co-apprentissage se fait par la formation et l'échange de savoir et de connaissances entre les chasseurs, les surveillants, les scientifiques, les étudiants diplômés de deuxième cycle et le grand public. De plus en plus, les organisations locales de chasseurs et de trappeurs possèdent et appliquent ces programmes, et les communautés gèrent la propriété des données. Des chercheurs scientifiques et des universitaires servent d'experts externes pour soutenir les programmes. Cette relation permanente entre les membres de communautés, les représentants du gouvernement et les partenaires universitaires permet un échange continu du savoir et des connaissances et renforce la confiance. Elle améliore aussi considérablement le réseau de communication, ce qui permet une cogestion plus efficace de la faune.

Surveillance des changements climatiques : recommandations du groupe de travail sur le savoir autochtone

De nombreux projets de surveillance et de recherche sur les changements climatiques en cours sont axés sur un éventail d'espèces sauvages (comme le caribou, l'ours polaire et le bœuf musqué), de mammifères marins et de poisson. Ces projets ont été bénéfiques pour les communautés et ont fourni un revenu supplémentaire aux chasseurs, car le coût des sorties sur le terrain augmente. Ces chasseurs, dont les Aînés, savent souvent mieux que quiconque quelles sont les zones les plus touchées par les changements climatiques, et ils transmettent leur savoir sur l'histoire des changements locaux et des cycles naturels existants avec les chercheurs du Sud.

Les programmes de surveillance doivent être conçus en collaboration avec les communautés afin que les efforts de recherche et de surveillance reflètent les priorités locales et les besoins de connaissances.

Dans certains domaines, des sujets importants pour la communauté ne sont pas abordés. Dans d'autres domaines, les gens sont fatigués de participer à des recherches et ne veulent plus y participer.

À Taloyoak, au Nunavut, plusieurs bons projets permettent de surveiller des populations de poissons, mais il n'y a pas de recherche sur les caribous et on pourrait faire davantage pour surveiller la population croissante d'ours polaires. Dans la région des Inuvialuit, cependant, il y a eu beaucoup de projets de recherche et le sentiment général est que les bons projets de surveillance devraient être poursuivis. Le co-développement de projets permet de s'assurer que les programmes de surveillance respectent les perspectives locales sur la manière de collecter les données de manière éthique. Les peuples autochtones veulent avoir plus d'influence sur les méthodologies de recherche, y compris la possibilité de s'opposer aux méthodes qu'ils considèrent comme nuisibles pour la faune (p. ex., les colliers sur les ours polaires). Ils veulent également acquérir une capacité locale à mener

leurs propres recherches, notamment l'utilisation des instruments.

Un financement adéquat est nécessaire pour permettre une surveillance à long terme, ainsi que pour intégrer la recherche entre les régions et transmettre les connaissances dans tout le Nord. L'Inuit Tapiriit Kanatami a été le fer de lance de la Stratégie nationale inuite sur les changements climatiques de 2019, un bon cadre que les communautés des quatre régions inuites peuvent utiliser pour collaborer et intégrer la recherche. Les forums pan-nordiques permettent généralement aux différentes communautés d'échanger leurs idées et leurs préoccupations et de s'unir dans leur réflexion. Le financement des programmes doit être flexible pour permettre l'innovation locale dans les programmes de surveillance. Ainsi, un projet de la région des Inuvialuit a contribué à améliorer la transformation des aliments traditionnels en montrant aux chasseurs des moyens de réduire le gaspillage de viande à des fins personnelles et commerciales.

Conclusion : Améliorer la surveillance communautaire des changements climatiques et des aliments traditionnels

La relation avec la terre est fondamentale pour les peuples autochtones du Nord. Elle constitue le fondement de leurs systèmes de croyance, de leur identité, de leur savoir et de leurs moyens de subsistance. Le lien étroit qu'ils entretiennent avec la terre détermine la manière dont ils vivent et comprennent les changements environnementaux, et la façon dont ils y font face.

Les communautés autochtones partout dans le Nord sont confrontées à des changements climatiques rapides. Cela a une incidence sur l'approvisionnement en aliments traditionnels, qui est essentiel à leur sécurité alimentaire. Les aliments traditionnels sont également fondamentaux pour les cultures et les identités autochtones du Nord. L'importance de la culture locale, des compétences, de la langue et des préférences alimentaires sur les pratiques de récolte doit être comprise et priorisée.

Les recommandations suivantes permettent de mieux comprendre l'impact des changements climatiques sur la sécurité alimentaire des Autochtones. Elles mettent l'accent sur des approches culturellement pertinentes et axées sur le Nord.



Recommandations

Compte tenu de la relation entre la sécurité alimentaire du Nord, la culture, la santé et les changements climatiques

Les aliments traditionnels sont essentiels à la sécurité alimentaire du Nord. Ils sont également fondamentaux pour les cultures autochtones du Nord. L'adaptation aux changements climatiques, la nutrition et la santé font également partie de la sécurité alimentaire. Comprendre comment tous ces éléments interagissent permettra aux communautés du Nord de renforcer leur résilience face aux changements climatiques.

Recherche autodéterminée par les Autochtones sur les changements climatiques et la sécurité des aliments traditionnels

Il est nécessaire de mener des recherches autodéterminées par les Autochtones qui adoptent des perspectives multiples pour explorer la manière dont les changements climatiques touchent aux écosystèmes nordiques et aux systèmes d'aliments traditionnels. Ces recherches devraient inclure ce qui suit :

- des recherches qui rassemblent le savoir autochtone, les sciences sociales, les sciences naturelles et les connaissances de différents secteurs (p. ex., l'établissement d'un lien entre les effets des changements climatiques sur l'abondance, la distribution et la santé de la faune et les effets sur la santé humaine et les stratégies d'adaptation)
- un soutien accru aux méthodes, au savoir et aux valeurs autochtones, à la recherche menée par les communautés et à la surveillance de la souveraineté alimentaire

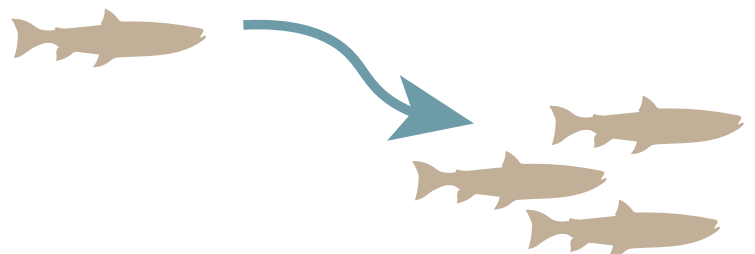
Favoriser le leadership et l'orientation dans le Nord

Les communautés nordiques et autochtones sont les mieux placées pour savoir de quels programmes de recherche et de surveillance elles ont besoin, et elles sont les meilleurs défenseurs de ces programmes. Elles peuvent déterminer les principales questions d'intérêt local. Les programmes dirigés par des Autochtones, ou ceux que les communautés et les chercheurs élaborent ensemble dès le départ, en fonction des besoins des communautés, susciteront l'intérêt de celles-ci. Ils favoriseront également la participation communautaire à tous les aspects de la recherche, ou autant que les capacités locales le permettent.

Se concentrer sur les indicateurs cruciaux

Les indicateurs cruciaux pour la recherche et la surveillance des changements climatiques varieront dans tout le Nord en fonction de l'utilisation des terres, des espèces ayant une valeur culturelle et des modes de connaissance autochtones. Cette diversité doit être soutenue. Afin d'informer les décideurs régionaux ou nationaux plus larges, il est également important de :

- surveiller certains indicateurs environnementaux clés de manière uniforme dans toutes les régions afin de contribuer à des évaluations plus larges des impacts régionaux des changements climatiques
- relever la manière dont les différents impacts des changements climatiques sont liés et effectuer davantage de recherches sur la question (p. ex., l'influence de nouveaux prédateurs, de la modification des habitats et de la pression de récolte locale sur le déclin des espèces)



Encourager la recherche menée en cogestion

L'influence des changements climatiques sur les aliments traditionnels doit être surveillée et prise en compte dans les processus et les politiques de cogestion des espèces sauvages. Il est possible de créer des partenariats de recherche pour combler les lacunes en matière de connaissances critiques. Nous encourageons les conseils de cogestion à donner la priorité à des recherches sur les changements climatiques, à les soutenir et/ou à en diriger davantage.

Échange de connaissances entre les programmes de surveillance communautaire

Le stockage et l'échange des données entre les programmes de surveillance communautaires à l'échelle nationale et circumpolaire suscitent un intérêt croissant. L'échange des données sera important pour comprendre les impacts des changements climatiques sur la sécurité alimentaire.⁴⁷ Voici des exemples d'éléments importants :

- Des occasions de réseautage et de formation au sein des programmes de surveillance communautaires pour échanger des idées et améliorer la coordination
- Des moyens de coordonner et d'échanger les données de surveillance de manière uniforme, sécurisée et accessible

Soutien gouvernemental global et coordonné aux programmes d'adaptation aux changements climatiques et de sécurité alimentaire

Les changements climatiques et la sécurité alimentaire sont liés, mais les programmes gouvernementaux les traitent souvent séparément. Les gouvernements ont l'occasion de relier leur soutien à la sécurité alimentaire, aux changements climatiques et à la surveillance par des programmes plus holistiques. Il existe également une occasion de coordonner les programmes de surveillance communautaire qui ont du succès et qui abordent à la fois les défis de la sécurité alimentaire et des changements climatiques afin de permettre l'échange de connaissances, le transfert de compétences et l'échange de données.

Investissement accru et durable dans les programmes de surveillance communautaire

Les programmes de surveillance communautaire ont besoin d'un financement constant et flexible pour l'infrastructure, l'engagement communautaire et la surveillance à long terme. Cela comprend un soutien accru aux programmes de surveillance/gardiennage terrestres et à la surveillance au moyen d'instruments scientifiques. Le financement doit être ciblé directement sur les communautés. Il doit être flexible, afin que les organisations nordiques à court de moyens obtiennent leur financement quand elles en ont besoin. Le financement doit également renforcer la capacité locale à faire le lien entre la recherche et le savoir autochtone.



Remerciements

Nous remercions Madeline Redfern d'Ajungi Arctic Consulting pour avoir organisé et soutenu les composantes du savoir autochtone de ce document. Nous apprécions la collaboration et les idées fournies par Jennifer-Fresque Baxter du ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles, GTNO, et Fabien Mavrot, de l'Université de Calgary. Nous remercions les nombreux partenaires autochtones avec lesquels les coauteurs ont travaillé précédemment et qui ont communiqué des informations qui ont façonné notre compréhension collective.

Ressources

Sélection d'organisations et de programmes du Nord qui font de la surveillance communautaire partout au Canada

Organisation/Programme	Lieu	Site web
Société Aqquimavvik	Arviat (Nunavut)	https://www.aqquimavvik.com/
Atlas de la surveillance communautaire et du savoir autochtone dans un Arctique en transformation	Tout le Nord	https://arcticcbm.org/index.html
ELOKA – Exchange for Local Observations and Knowledge of the Arctic	Tout le Nord	https://eloka-arctic.org/
Ittaq Heritage and Research Centre	Clyde River (Nunavut)	https://itraq.ca/
SIKU: The Indigenous Knowledge Social Network	Tout le Nord	https://siku.org/
SmartICE	Tout le Nord	http://www.smartice.org/
Surveillance communautaire de la santé des bœufs musqués et des caribous	Kugluktuk, Ekalututiak, Ulukhaktok	http://people.ucalgary.ca/~kutzrg/Research.html
Réseau de surveillance communautaire du Conseil de gestion des ressources fauniques du Nunavut	Nunavut	https://www.nwmb.com/en/about-nwmb/382-english/cbmn/107-community-based-wildlife-monitoring-network
Programme de surveillance des effets cumulatifs (PSEC) des TNO	Territoires du Nord-Ouest	https://www.enr.gov.nt.ca/en/services/nwt-cumulative-impact-monitoring-program-nwt-cimp
Arctic Borderlands Ecological Knowledge Society	Northern NWT, Yukon, Alaska	https://www.arcticborderlands.org/

Références

1. Meredith, M., Sommerkorn, M., Cassotta, S., Derksen, C., Ekaykin, A., Hollowed, A. et coll. Dans : Rapport spécial du GIEC sur l'océan et la cryosphère dans le contexte du changement climatique, publié sous la direction de H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, et coll. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 2019, no d'accès : 103689019. Disponible sur : <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1874-3>.
2. Gouvernement du Nunavut. 2018. Rapport Cadre stratégique sur le changement climatique des TNO pour 2030.
3. Inuit Tapiriit Kanatami. 2019. Exposé de la question, Stratégie nationale inuite sur les changements climatiques. ISBN : 978-1-989179-31-4.
4. Gouvernement du Yukon. 2020. Exposé de la question, Notre avenir propre : La stratégie du Yukon sur les changements climatiques.
5. Inuvialuit Regional Corporation. Rep. Inuvialuit on the Frontline of Climate Change: Development of a Regional Climate Change Adaptation Strategy, 2016. [en anglais seulement]
6. Coalition pour la sécurité alimentaire au Nunavut. 2014. Exposé de la question, Nunavut : Stratégie et Plan d'action sur la sécurité alimentaire 2014-2016.
7. Première Nation de Kluane et Arctic Institute of Community Based Research. 2016. Nourishing Our Future: Building on Kluane First Nations Community Food Security Strategy & Youth Engagement in Traditions Related to Fisheries and Fish Health in Kluane Lake, pp. 1-53.
8. Table ronde du Nunavut pour la réduction de la pauvreté. 2017. Rapport The Makimaniq Plan 2, A Shared Approach to Poverty Reduction 2017-2022.
9. Inuit Tapiriit Kanatami. 2021. Stratégie sur la sécurité alimentaire dans l'Inuit Nunangat, rapport de l'ITK, 2021, p. 56. Disponible sur : https://www.itk.ca/wp-content/uploads/2021/07/ITK_Inuit-Nunangat-Food-Security-Strategy_French.pdf.
10. Mallory, C.D. et Boyce, M.S. 2018. Observed and Predicted Effects of Climate Change on Arctic Caribou and Reindeer. *Environmental Reviews*, 26(1):13-25. Disponible sur : <https://doi.org/10.1139/er-2017-0032>. [en anglais seulement]
11. Cunningham, C.J., Westley, P.A. et Adkison, M.D. 2018. Signals of Large Scale Climate Drivers, Hatchery Enhancement, and Marine Factors in Yukon River Chinook Salmon Survival Revealed with a Bayesian Life History Model. *Global Change Biology*, 24(9):4399-4416. Disponible sur : <https://doi.org/10.1111/gcb.14315>. [en anglais seulement]
12. Sharma, R. et Liermann, M. 2010. Using hierarchical models to estimate effects of ocean anomalies on north-west Pacific Chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* recruitment. *Journal of Fish Biology*, 77:1948-1963. Disponible sur : <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02779.x>. [en anglais seulement]
13. Reynolds, P.E., Reynolds, H.V. et Shideler, R.T. 2002. Predation and multiple kills of muskoxen by grizzly bears. *Ursus*, pp. 79-84. [en anglais seulement]
14. Burek, K.A., Gulland, F.M.D. et O'Hara, T.M. 2008. Effects of Climate Change on Arctic Marine Mammal Health. *Ecological Applications*. 2008 18: S126-S134. Disponible sur : <https://doi.org/10.1890/06-0553.1>. [en anglais seulement]
15. Kafle, P., Peller, P., Massolo, A., et coll. 2020. Range expansion of muskox lungworms track rapid arctic warming: implications for geographic colonization under climate forcing. *Sci Rep*, 10:17323. Disponible sur : <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74358-5>. [en anglais seulement]
16. Henri, D., Carter, N., Aupaalrkok, Nipisar, S., Emiktaut, L., Saviakjuk, Salliq, B., Project Management Committee, Arviat Project Management Committee, Ljubicic, G., Smith, P.A. et Johnston, V. 2020. Qanuq ukua kanguit sunialiqpitigu? (What should we do with all of these geese?) Collaborative research to support wildlife co-management and Inuit self-determination. *Arctic Science*. 6(3):173-207. Disponible sur : <https://doi.org/10.1139/as-2019-0015>. [en anglais seulement]
17. Ford, J.D., Gough, W.A., Laidler, G.J., MacDonald, J., Irngaut, C. et Qrunnut, K. 2009. Sea ice, climate change, and community vulnerability in northern Foxe Basin, Canada. *Clim Res*, 38:137-154. Disponible sur : <https://doi.org/10.3354/cr00777>. [en anglais seulement]
18. Wesche, S.D. et Chan, H.M. 2010. Adapting to the impacts of climate change on food security among Inuit in the Western Canadian Arctic. *Ecohealth*. Epub 2010 Aug 3. PMID: 20680394. Sep;7(3):361-373. doi: 10.1007/s10393-010-0344-8. [en anglais seulement]

19. Pearce, T., Ford, J., Cunsolo Willox, A. et Smit, B. 2015. Inuit Traditional Ecological Knowledge (TEK), Subsistence Hunting and Adaptation to Climate Change in the Canadian Arctic. *Arctic*, 68(2):233-245. Disponible sur : <http://dx.doi.org/10.14430/arctic4475>. [en anglais seulement]
20. Laidler, G.J., Ford, J.D., Gough, W.A., et coll. 2009. Travelling and hunting in a changing Arctic: assessing Inuit vulnerability to sea ice change in Igloolik, Nunavut. *Climatic Change*, 94:363-397. Disponible sur : <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9512-z>. [en anglais seulement]
21. Gustine, D.D., Brinkman, T.J., Lindgren, M.A., Schmidt, J.I., Rupp, T.S. et Adams, L.G. 2014. Climate-Driven Effects of Fire on Winter Habitat for Caribou in the Alaskan-Yukon Arctic. *PLoS ONE*, 9(7):e100588. Disponible sur : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100588>. [en anglais seulement]
22. Ford, J., Pearce, T., Smit, B., Wandel, J., Allurut, M., Shappa, K., Ittusujurat, H. et Qrunnut, K. 2007. Reducing Vulnerability to Climate Change in the Arctic: The Case of Nunavut, Canada. *ARCTIC*, 60(2):150-166. Disponible sur : <https://doi.org/10.14430/arctic240>. [en anglais seulement]
23. Ford, J.D. et Pearce, T. 2010. What We Know, Do Not Know, and Need to Know about Climate Change Vulnerability in the Western Canadian Arctic: A Systematic Literature Review. *Environmental Research Letters*, 5. Disponible sur : <https://doi.org/10.1088/1748-9326/5/1/014008>. [en anglais seulement]
24. Ford, J.D., Pearce, T., Gilligan, J., Smit, B. et Oakes, J. 2008. Climate Change and Hazards Associated with Ice Use in Northern Canada. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 40(4):647-659. doi: 10.1657/1523-0430(07-040)[FORD]2.0.CO;2. [en anglais seulement]
25. Beaumier, M.C., Ford, J.D. et Tagalik, S. 2010. The Food Security of Inuit Women in Arviat, Nunavut: The Role of Socio-economic Factors and Climate Change. *Polar Record*, 51(5):550-559. doi: 10.1017/S0032247414000618. [en anglais seulement]
26. Ford, J.D., Smit, B. et Wandel, J. 2006. Vulnerability to Climate Change in the Arctic: A Case Study from Arctic Bay, Canada. *Global Environmental Change*, pp. 245-160. [en anglais seulement]
27. Statham, S., Ford, J., Berrang-Ford, L. et Lardeau, M-P. 2015. Anomalous Climatic Conditions During Winter 2010-2011 and Vulnerability of the Traditional Inuit Food System in Iqaluit, Nunavut. *Polar Record*, 51(3):301-317. doi: 10.1017/S0032247414000151. [en anglais seulement]
28. Cunsolo, A. et Ellis, N.R. 2018. Ecological grief as a mental health response to climate change-related loss. *Nature Clim Change*, 8:275-281. Disponible sur : <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0092-2>. [en anglais seulement]
29. Borish, D., Cunsolo, A., Snook, J., Shiwak, I., Wood, M., Committee, T.H.C.P.S., et coll. 2021. Caribou was the reason, and everything else happened after: Effects of caribou declines on Inuit in Labrador, Canada. *Global environmental change*, 68:102268. <http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102268>. [en anglais seulement]
30. Cunsolo, A., Borish, D., Harper, S.L., Snook, J., Shiwak, I., Wood, M., Committee, T.H.C.P.S. 2020. You can never replace the caribou: Inuit Experiences of Ecological Grief from Caribou Declines. *American Imago*. 77(1):31-59. doi:10.1353/aim.2020.0002. [en anglais seulement]
31. Ford, J.D., Clark, D., Pearce, T., et coll. 2019. Changing access to ice, land and water in Arctic communities. *Nat. Clim. Chang.*, 9:335-339. Disponible sur : <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0435-7>. [en anglais seulement]
32. Kraemer, L., Berner, J. et Furgal, C.M. 2005. The potential impact of climate on human exposure to contaminants in the Arctic. *International Journal of Circumpolar Health*, 64(5):498-508. doi: 10.3402/ijch.v64i5.18031. [en anglais seulement]
33. Macdonald, R.W. 2005. Climate Change, Risks and Contaminants: A Perspective from Studying the Arctic. *Human and Ecological Risk Assessment. An International Journal*, 11(6):1099-1104. doi: 10.1080/10807030500346482. [en anglais seulement]
34. Macdonald, R.W., Harner, T. et Fyfe, J. 2005. Recent climate change in the Arctic and its impact on contaminant pathways and interpretation of temporal trend data, *Science of The Total Environment*, 342(1-3):5-86. ISSN 0048-9697. Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.12.059>. [en anglais seulement]
35. AMAP. 2016. Influence of Climate Change on Transport, Levels, and Effects of Contaminants in Northern Areas – Part 2. By P. Carlsson, J.H. Christensen, K. Borgå, R. Kallenborn, K. Aspö, P. Pfaffhuber, J.Ø. Odland, L.-O. Reiersen, et J.F. Pawlak. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo. p. 52. ISBN 13 978-82-7971-100-1. [en anglais seulement]
36. Meakin, S. et Kurvits, T. 2009. Publication. Assessing The Impacts of Climate Change on Food Security in The Canadian Arctic. GRID-ARDENAL, 2009. [en anglais seulement]

37. Trinanes, J. et Martinez-Urtaza, J. 2021. Future Scenarios of Risk of Vibrio Infections in A Warming Planet: A Global Mapping Study. *The Lancet Planetary Health*, 5(7)(July 1, 2021): 426-435. Disponible sur : [https://doi.org/10.1016/s2542-5196\(21\)00169-8](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(21)00169-8). [en anglais seulement]

38. Gofman, V. 2010. Community-based monitoring handbook: lessons from the Arctic, CAFF CBMP Report No.21, August, CAFF International Secretariat, Akureyri, Iceland. [en anglais seulement]

39. Parlee, B., Huntington, H., Berkes, F., Lantz, T., Andrew, L., Tsannie, J., Reece, C., Porter, C., Nicholson, V., Peter, S., et coll. 2021. One-Size Does Not Fit All—A Networked Approach to Community-Based Monitoring in Large River Basins. *Sustainability*, 13:7400. Disponible sur : <https://doi.org/10.3390/su13137400>. [en anglais seulement]

40. Gerin-Lajoie, J., Herrmann, T.M., MacMillan, G.A., Hébert-Houle, É., Monfette, M., Rowell, J.A., Soucie, T.A., Snowball, H., Townley, E., Lévesque, E., et Amyot, M. 2018. IMALIRIJIT: A Community-based Environmental Monitoring Program in the George River Watershed, Nunavik, Canada. *Écoscience*, 25(4):381-399. Disponible sur : <https://doi.org/10.1080/11956860.2018.1498226>. [en anglais seulement]

41. Healey Akearok, G., Holzman, S., Kunnuk, J., Kuppaq, N., Martos, Z., Healey, C., Makkik, R., Mearns, C. Mike-Qaunaq, A. et Tabish, T. 2019. Identifying and Achieving Consensus on Health-Related Indicators of Climate Change in Nunavut. *ARCTIC*, 72(3): 215-335. Disponible sur : <https://doi.org/10.14430/arctic68719>.

42. Ndeloh Etiendem, D., Jeppesen, R., Hoffman, J., Ritchie, K., Keats, B., Evans, P. et Quinn, D.E. 2020. The Nunavut Wildlife Management Board's Community-based Monitoring Network: Documenting Inuit Harvesting Experience Using Modern Technology. *Arctic Science*, 6(3):307-325. Disponible sur : <https://doi.org/10.1139/as-2020-0008>. [en anglais seulement]

43. Inuit Tapiriit Kanatami. 2018. National Inuit strategy on research. ITK Rep, p. 48. Disponible sur : https://www.itk.ca/wp-content/uploads/2018/04/ITK_NISR-Report_English_low_res.pdf. [en anglais seulement]

44. Wilson, K.J., Bell, T., Arreak, A., Koonoo, B., Angnatsiak, D. et Ljubicic, G.J. 2020. Changing the role of non-Indigenous research partners in practice to support Inuit self-determination in research. *Arctic Science*, 6(3):127-153. [en anglais seulement]

45. Harper, S.L., Dorrough, D.S., MacDonald, J.P., Cunsolo, A. et King, N. 2021. Climate change and Inuit health: Research does not match risks posed. *One Earth*, 4(12):1656-1660. ISSN 2590-3322. Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.11.017>. [en anglais seulement]

46. Snook, J., Cunsolo, A., Borish, D., Furgal, Chris., Ford, J.D., Shiwak, I., Flowers, C.T.R. et Harper, S.L. 2020. We're Made Criminals Just to Eat off the Land: Colonial Wildlife Management and Repercussions on Inuit Well-Being. *Sustainability*, 12(19): p. 8177. Disponible sur : <https://doi.org/10.3390/su12198177>. [en anglais seulement]

47. Johnson, N., Druckenmiller, M.L., Danielsen, F. et Pulsifer, P.L. 2021. The use of digital platforms for community-based monitoring. *BioScience*, 71(5):452-466. [en anglais seulement]

SmartICE : surveillance de la glace par la communauté

Comment la technologie, combinée au savoir inuit, peut-elle contribuer à rendre plus sécuritaires les déplacements sur la glace marine?

Messages clés

- SmartICE relie les communautés de l'Inuit Nunangat grâce à une technologie de surveillance de la glace et à des images satellites. La combinaison de la technologie de surveillance et du savoir inuit sur la glace marine permet aux membres des communautés d'adapter leurs déplacements aux conditions sans précédent et imprévisibles de la glace.
- SmartICE est une entreprise sociale qui offre des services d'information sur la glace dans l'Inuit Nunangat. Elle met l'accent sur la collaboration communautaire, la promotion du savoir inuit sur la glace marine, et la mobilisation des Inuits dans tous les aspects des opérations et du processus décisionnel.
- SmartICE travaille avec les entreprises du Nord (p. ex., les pourvoires) afin de démontrer comment ses services d'information peuvent aider à réduire les effets néfastes des changements climatiques sur les activités des entreprises du Nord.
- Des opérateurs qualifiés travaillant pour le bien et la sécurité de leur communauté continuent de veiller au bon fonctionnement des activités de SmartICE pendant la pandémie de COVID-19.



Surveillance de la glace par la communauté

Ce projet combine le savoir inuit concernant la sécurité des déplacements sur la glace, la nouvelle technologie de surveillance exploitée par les communautés ainsi que les images satellites. SmartICE rend plus sécuritaires les déplacements sur la glace marine en fournissant de l'information en temps quasi réel sur les conditions de la glace. SmartICE utilise à la fois des capteurs autonomes (SmartBUOY) installés à un endroit quelconque sur la glace et des capteurs gérés par un opérateur (SmartQAMUTIK) remorqués par une motoneige le long des sentiers, afin de mesurer l'épaisseur de la glace et de renseigner les communautés sur celle-ci.

Les membres des communautés peuvent consulter les données sur SIKU (siku.org), un site Web conçu par et pour les Inuits, qui fournit des services et des outils en lien avec la sécurité sur la glace. Depuis la création de ses sites pilotes originaux de Nain et de Pond Inlet, SmartICE a fait passer à 24 le nombre de ses sites dans l'Inuit Nunangat pendant la saison des glaces 2020-2021. SmartICE est une entreprise sociale d'insertion par le travail qui forme et embauche de jeunes Inuits pour en faire les producteurs, les opérateurs et les techniciens de sa technologie (voir la boîte d'information).

Responsables du projet : Trevor Bell, Ph. D., Université Memorial de Terre-Neuve, tbell@mun.ca

Plus d'informations : www.smartice.org



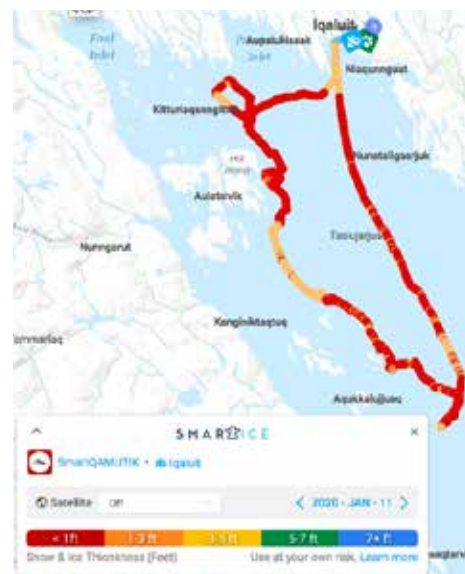
Formation donnée sur la glace par l'équipe de SmartICE portant sur l'interprétation des caractéristiques de la glace marine au moyen d'images satellites [Photo : SmartICE].



Polar Knowledge
Canada

Savoir polaire
Canada

Canada



(la gauche) Andrew Arreak, opérateur de la communauté de Pond Inlet, évalue le bord de la banquise, à Eclipse Sound, avec le capteur mobile d'épaisseur de la glace marine de SmartICE, le SmartQAMUTIK : SmartICE. (à droite) Capture d'écran effectuée lors d'une visite du site Web de SIKU, qui montre les données de SmartICE sur l'épaisseur de la glace recueillies par le SmartQAMUTIK à Iqaluit en janvier 2020 [Photo : SmartICE].

Gestion communautaire

Avec le soutien de Savoir polaire Canada (POLAIRE), SmartICE travaille en partenariat avec le comité de gestion communautaire SmartICE, à Pond Inlet, pour comprendre les besoins locaux en matière d'information sur la glace et créer des technologies et des services pour répondre à ces besoins. Des utilisateurs des glaces marines de tous genres, des jeunes chasseurs aux aînés, siègent au comité. Les membres du comité ont nommé ce dernier *Sikumiut*, ce qui signifie « peuple de la glace ».

Non seulement *Sikumiut* gère-t-il les opérations locales de SmartICE, mais il s'occupe également de coordonner les nouveaux projets concernant la glace marine pour la communauté. Par exemple, le comité a documenté l'*Inuit Qaujimagatuqangit* (savoir traditionnel des Inuits) concernant les déplacements sur la glace pour pouvoir le transmettre aux jeunes de sa communauté (voir la boîte d'information).

Cartographie de la glace par la communauté

SmartICE contribue actuellement à la création d'un programme visant à former des opérateurs locaux qui pourront produire, pour leur communauté, des cartes favorisant la sécurité des déplacements sur la glace en combinant le savoir inuit et les observations faites grâce aux images satellites. Ce programme s'appuie sur l'héritage du soutien apporté par POLAIRE à Pond Inlet, et ses activités sont effectuées dans un esprit d'autodétermination. Il s'agit du premier projet visant à créer, à une échelle de taille et de temps propre aux déplacements sur la glace, des cartes de la glace marine à l'intention des communautés.

Ce projet arrive à point nommé puisque les changements climatiques engendrent des conditions de glace sans précédent et imprévisibles. Les opérateurs produisent ces cartes à l'échelle locale en combinant la technologie et le savoir sur la glace marine en lequel les Inuits ont confiance. Ce savoir tient compte de toutes les sphères de la culture inuite, y compris les valeurs et la langue. Par conséquent, les aînés croient que ces cartes permettront de mobiliser efficacement la communauté.



Le Centre de production du Nord de SmartICE

SmartICE forme les Inuits pour en faire les producteurs, les opérateurs et les techniciens de sa technologie. En 2019, SmartICE a lancé son Centre de production du Nord à Nain, dans le Nunatsiavut, où de jeunes stagiaires inuits apprennent à assembler la SmartBUOY afin qu'elle puisse être utilisée dans les communautés de l'Inuit Nunangat. La formation tient compte de l'ensemble de la communauté tout en étant centrée sur la personne et respectueuse des valeurs culturelles.

Caractérisation et surveillance du pergélisol dans le parc territorial Kugluk

*Comment les conditions changeantes du pergélisol influencent-elles
l'état des sentiers de véhicules tout-terrain (VTT)?*

Messages clés

- Les coins de glace sont nombreux dans la région du parc territorial Kugluk et ils constituent des sites courants de dégradation du pergélisol le long de la route d'accès et du sentier de VTT.
- Les gestionnaires du parc et les dirigeants communautaires utilisent l'information issue de la recherche sur le pergélisol et effectuent une surveillance de celui-ci afin de prévenir les perturbations du terrain le long du sentier de VTT qui permet aux Nunavummiuts d'accéder plus facilement au parc territorial Kugluk.
- Le fait de savoir comment les conditions du pergélisol en Arctique évoluent aidera les collectivités à bâtir une infrastructure fonctionnelle et durable.



Ce que nous faisons

Des chercheurs, des jeunes de la région et d'autres membres de la collectivité étudient les conditions du pergélisol dans le parc territorial Kugluk et établissent des sites de surveillance dans le but d'enregistrer les futurs changements. Leur étude porte principalement sur le terrain entourant la route d'accès et le sentier de VTT, à l'intérieur du parc, et vise à comprendre comment les conditions du pergélisol peuvent influencer l'état de ce passage de transport important pour la collectivité de Kugluktuk.

Ce que nous avons appris

En fonction des premières données obtenues grâce au carottage du pergélisol et à l'utilisation d'un géoradar, les chercheurs ont déterminé que la toundra de cette région est riche en glace et en coins de glace. Cela rend le terrain sensible au dégel, à l'érosion et aux effondrements, et contribue à l'augmentation du nombre d'étangs et de leur taille dans cette région. Bien que ces phénomènes se produisent de façon naturelle en raison des changements climatiques, ils sont aussi influencés par les perturbations de la surface, comme celle engendrée par l'utilisation régulière de VTT.

Responsables du projet* : Leesee Papatsie, Gary Atatahak et Larry Adjun, Parcs et endroits spéciaux du Nunavut, gouvernement du Nunavut



Des chercheurs, dont des jeunes de Kugluktuk et des membres du personnel du parc, utilisent une tarière portable pour prélever des échantillons de pergélisol.



Polar Knowledge
Canada

Savoir polaire
Canada

Canada

Sensibilisation et mobilisation de la collectivité

Les étapes essentielles à la réussite de ce projet de collaboration comprennent :

Participation de la collectivité

Les chercheurs travaillent avec le Comité communautaire mixte de planification et de gestion (CCMPG) de Kugluk afin d'établir les objectifs de recherche et de faire le suivi des progrès réalisés dans le cadre du projet.

Transfert des connaissances

Les jeunes, les détenteurs du savoir autochtone et les chercheurs apprennent les uns des autres en participant à des camps pour les jeunes, aux activités des Journées des parcs du Nunavut et à des événements spéciaux.

Formation

Tout au long du projet de recherche, les responsables du projet investissent du temps et des ressources dans la mobilisation de la jeunesse et dans les possibilités de formation.

Diffusion des résultats

Les chercheurs s'assurent que les résultats sont accessibles aux décideurs locaux en donnant des entrevues diffusées sur les ondes publiques, en rendant directement des comptes au CCMPG de Kugluk et en prenant part à des conférences.

Pourquoi c'est important

Les résultats de cette étude ont mené à la construction d'une nouvelle promenade de bois destinée aux VTT dans le parc territorial Kugluk. Cette promenade a été construite en tenant compte des zones de pergélisol riches en glace et des schémas de dégradation du pergélisol. Ce nouveau sentier de VTT réduit les effets néfastes que ces derniers ont sur l'écosystème de la toundra. Les efforts continus de surveillance menés par la collectivité le long du nouveau sentier permettront de veiller à ce que le sentier demeure sécuritaire et opérationnel à long terme.

Avec le réchauffement continu du climat arctique, les conditions changeantes du pergélisol auront des répercussions majeures sur le rendement, la sécurité et la fiabilité des itinéraires de transport dans le Nord. Cette recherche permet de mieux comprendre comment le pergélisol est modifié dans les régions, ce qui permet aux collectivités de bâtir une infrastructure qui répond à leurs besoins et à ceux d'un environnement de toundra en pleine évolution.

Coins de glace

Les températures froides de l'hiver peuvent faire en sorte que le pergélisol se contracte et se fissure. Lorsque cela se produit, l'eau de la fonte des neiges printanière remplit ces fissures et, ultérieurement, gèle. Les veines de glace résultant de ce processus apparaissent dans le pergélisol et forment ce que l'on appelle un coin de glace. Avec le temps, ce coin peut gagner en hauteur, en largeur et en profondeur au gré des cycles de gel et de dégel.

Au niveau du sol, les coins de glace apparaissent sous forme de saillies surélevées dans le paysage. Vues de dessus, les coins de glace forment un motif de polygone bien défini.



(Au-dessus) Cette photo aérienne montre le nouveau sentier de VTT du parc territorial Kugluk alors qu'il est en construction (2019). Les coins de glace, caractéristiques du pergélisol, sont visibles. (En haut à droite), Cet échantillon de pergélisol, recueilli le long du sentier de VTT, est riche en glace.

* Partenaires scientifiques : Michael Allard et Marc-André Ducharme, Université Laval; Stéphanie Coulombe, Savoir polaire Canada
Remerciements : collectivité de Kugluktuk; Centre d'études Nordiques; Université Laval; Samuel Bilodeau et Samuel Gagnon; Comité communautaire mixte de planification et de gestion de Kugluk; Organisation des chasseurs et des trappeurs de Kugluktuk; Savoir polaire Canada.

Programme de surveillance océanique des Rangers canadiens (CROW)

Comment le ministère des Pêches et des Océans (MPO) et les Rangers canadiens peuvent-ils collaborer à la surveillance de la partie sud du passage du Nord-Ouest?

Messages clés

- Le programme CROW combine les connaissances des Rangers canadiens sur le transport dans le Nord, ainsi que leurs compétences d'observation, avec les connaissances scientifiques du ministère des Pêches et des Océans du Canada.
- Tout au long de l'année, les Rangers canadiens procèdent à des observations de longue durée sur les conditions océaniques près des collectivités de la région de Kitikmeot.
- Ce projet contribue aux études sur les changements climatiques et les écosystèmes marins.
- Grâce à un partenariat avec la collectivité, ce projet veille à ce que les préoccupations de celle-ci et les conditions océaniques orientent les activités scientifiques dans le domaine de l'océanographie.

Responsables du projet* :

- Bill Williams et Mike Dempsey, ministère des Pêches et des Océans du Canada, Institut des sciences de la mer, Sidney (Colombie-Britannique), Canada
- bill.williams@dfo-mpo.gc.ca
mike.dempsey@dfo-mpo.gc.ca



Qui sommes-nous?

L'équipe comprend des scientifiques et des techniciens du ministère des Pêches et des Océans (MPO) et des Rangers du 1er Groupe de patrouilles des Rangers canadiens (1 GPRC). Ce projet bénéficie de l'appui du MPO, de Savoir polaire Canada (POLAIRE) et du ministère de la Défense nationale (MDN).

Ce que nous faisons

Le programme CROW est une collaboration entre le MPO et le 1 GPRC qui a pour objectif de recueillir des **données de base** sur la partie sud du passage du Nord-Ouest. Le 1 GPRC utilise des instruments spécialisés fournis par le MPO pour prélever des échantillons de sections de l'eau, de la surface vers le fond. Les Rangers mesurent la température et la profondeur de l'eau, ainsi que la quantité de sel, d'oxygène et de matière végétale dans l'eau. Ils mesurent aussi l'épaisseur de la glace et de la neige. À quelques stations seulement, les Rangers prélèvent des échantillons de zooplancton, installent des bouées de mesure de la température de la glace, et prélèvent des échantillons d'eau afin d'en mesurer les concentrations de dioxyde de carbone et de nutriments.

Comment procédons-nous?

Le MPO fournit l'équipement scientifique, la formation et les renseignements sur l'étude océanographique. Le 1 GPRC assure les services relevant des Rangers canadiens et effectue l'échantillonnage de l'océan. Les membres du 1 GPRC mettent à profit leur excellence sur la glace et leurs compétences d'observation aux fins de surveillance de base de l'océan.

Surveillance de base

Bien qu'elles soient rares, les observations effectuées en continu tout au long de l'année en Arctique sont essentielles à la détection des changements dans le milieu océanique qui pourraient avoir un effet sur les poissons, les espèces sauvages et les gens qui dépendent de ces derniers.



Jimmy Evalik récupère un filet à plancton en le faisant passer à travers un trou dans la glace : Mike Dempsey



Polar Knowledge
Canada

Savoir polaire
Canada

Canada

Pourquoi est-ce important?

Il peut être difficile et onéreux de procéder à des observations des conditions océaniques dans l'Arctique canadien. Jusqu'à récemment, toute la recherche scientifique portant sur l'océan était réalisée pendant l'été, de juillet à octobre, grâce à des brise-glaces de fort tonnage. Grâce à de petits projets nécessitant l'utilisation de motoneiges, le programme CROW permet aux observations et à l'échantillonnage de se poursuivre pendant les mois où l'océan est recouvert de glace. Il favorise aussi l'intégration de l'expertise et du savoir locaux et autochtones aux connaissances sur l'océan.

Les observations effectuées tout au long de l'année contribuent aux études sur les changements climatiques et les écosystèmes marins. Les membres du 1 GPRC expriment leur point de vue sur les conditions de base et sur la façon dont les choses pourraient évoluer. Les mesures portant sur la glace et la neige peuvent être utilisées pour surveiller les conditions locales. Elles permettent aussi aux chercheurs d'approfondir leur compréhension des images satellites en fonction des observations sur le terrain.

Les mesures standards des sections étroites effectuées dans le détroit de Dease et dans celui de Dolphin-et-Union aident les chercheurs à comprendre comment l'eau de mer circule dans la région de Kitikmeot qui fait partie du passage du Nord-Ouest. L'eau qui se déverse dans le golfe Coronation et dans la baie de la Reine-Maud apporte des nutriments à la région, où l'apport en eau douce des rivières continentales est prédominant.



Tommy Epakohak (la gauche) et Ryan Angohiatok retirent de la glace un instrument de mesure de CTD, près des îles Finlayson, dans le cadre du programme CROW, en 2020 : Mike Dempsey

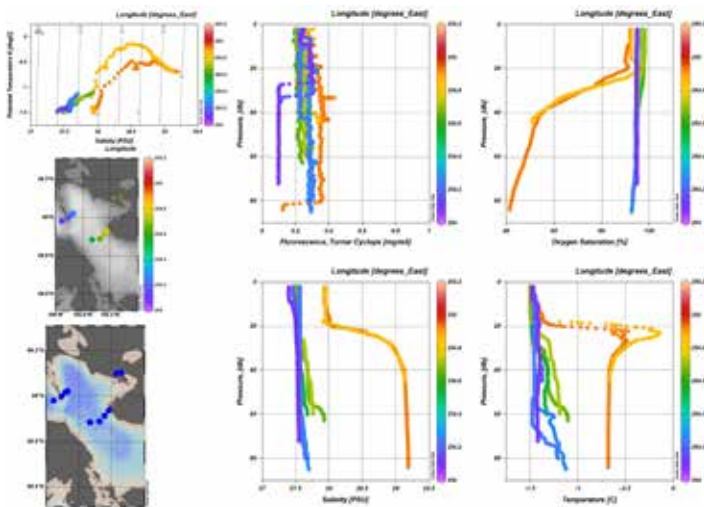
Instruments de mesure de la conductivité, de la température et de la profondeur (CTD)

Les chercheurs peuvent étudier les couches d'eau de l'océan à l'aide d'instruments qui mesurent la température, la profondeur et la quantité de sel dissous dans l'eau (conductivité). Ces instruments sont parfois munis de capteurs supplémentaires qui mesurent les quantités d'oxygène et de matière végétale dissoutes dans l'eau. En utilisant de nombreux profils d'un détroit, les chercheurs peuvent établir des profils océanographiques. Autrement dit, ils peuvent voir comment les couches de l'océan se forment d'une rive à l'autre.

Recherche fondée sur la collectivité

Les habitants d'une zone d'étude donnée s'intéressent à la surveillance de l'océan qui les fait vivre. Des possibilités d'embauche et de formation sont créées en faisant participer la collectivité aux activités de recherche. Dans le Nord, les observations faites par les participants issus des collectivités permettent de réduire les frais de déplacement associés aux projets de recherche basés plus au sud.

* Chercheurs associés : Institut des sciences de la mer, MPO, Sidney (Colombie-Britannique) : Bill Williams, Nadja Steiner, Helen Drost, Kristina Brown; Institut des eaux douces, MPO, Winnipeg (Manitoba) : Darcy McNicholl, Karen Dumnall, Tracey Loewen, Christine Michel; MPO, Inuvik (Nunavut) : Jasmine Brewster, Connie Blakeston; Secrétariat conjoint, Comité mixte de gestion de la pêche, Inuvik (Nunavut) : Kayla Hansen-Craik; Environnement Canada, Service canadien des glaces, Ottawa (Ontario) : Stéphanie Tremblay-Therrien.



En 2020, les mesures effectuées à Cambridge Bay et dans le détroit de Dease montrent que l'eau est bien mélangée dans le détroit, mais qu'elle présente une structure en couches dans la baie. Dans le trou profond (82 m) de la baie, les niveaux d'oxygène sont bas puisque l'eau n'est évacuée qu'une fois tous les cinq ans, environ.

Plantes et méthane dans le Haut-Arctique

Comment les écosystèmes arctiques absorbent-ils ou rejettent-ils les gaz à effet de serre?

Messages clés

- Le fait de comprendre comment les écosystèmes arctiques absorbent et rejettent les gaz à effet de serre permet aux scientifiques de prévoir les effets des changements climatiques.
- L'humidité et la température du sol ont une influence sur la façon dont les gaz à effet de serre sont absorbés ou rejetés par les sols arctiques.
- Les déserts polaires secs sont des puits de méthane, c'est-à-dire qu'ils absorbent plus de méthane qu'ils n'en rejettent. À l'opposé, les sols humides sont des sources de méthane. Les sites secs rejettent moins de dioxyde de carbone que les sites humides.
- Les études antérieures ont probablement sous-estimé la quantité de méthane absorbée par les sols arctiques parce que la plupart d'entre elles se fondaient sur des mesures effectuées dans des écosystèmes humides.



Sommaire de recherche

L'équipe de recherche a étudié la relation entre l'humidité, les écosystèmes et les gaz à effet de serre dans les milieux arctiques.

Au site d'étude, à Cape Bounty, sur l'île Melville (Nunavut), l'équipe de recherche basée à l'Université Queen's a mesuré la quantité de gaz à effet de serre présente dans les écosystèmes, et ce, à des endroits présentant des niveaux d'humidité du sol différents. Du plus sec au plus humide, les sites étudiés comprenaient des écosystèmes du désert polaire sec, de la toundra mésique et des prairies humides à carex (zone humide).

L'équipe a mesuré la quantité de trois gaz à effet de serre : le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4) et l'oxyde nitreux (N_2O). Le méthane et l'oxyde nitreux sont moins abondants que le dioxyde de carbone, mais tous les gaz entraînent des effets de réchauffement puissants.

Selon les données obtenues au cours de deux ans d'observation, l'équipe a conclu que les sites secs absorbent le méthane (CH_4), alors que les sites humides rejettent le méthane. Les émissions de dioxyde de carbone (CO_2) étaient plus faibles dans les sites de désert polaire sec.



Johann Wagner, un scientifique de POLAIRE, mesure les flux de gaz à effet de serre dans la toundra mésique, à Cape Bounty, sur l'île Melville : Johann Wagner

Responsable du projet* : Neal Scott, Université Queen's, Kingston (Ontario)

Consultez les résultats complets de la recherche dans l'Arctic Journal
<https://www.nrcresearchpress.com/doi/pdf/10.1139/as-2018-0018>



Polar Knowledge
Canada

Savoir polaire
Canada

Canada

Le pergélisol de l'Arctique stocke une quantité importante du carbone mondial. Les communautés de plantes, et les microbes du sol (petits organismes) avec qui elles coexistent jouent un rôle important dans l'échange des gaz entre le sol et l'air.

Les changements dans les écosystèmes arctiques peuvent influencer les changements climatiques à l'échelle mondiale. On s'attend à ce que le climat de l'Arctique devienne plus chaud et humide en raison des changements

climatiques. Puisque l'humidité et la température du sol ont un effet sur les communautés de plantes arctiques, les changements climatiques entraîneront probablement des changements dans les variétés de plantes et leur couverture du paysage. Le fait de comprendre comment les différents écosystèmes végétaux absorbent et rejettent les gaz à effet de serre permettra aux scientifiques de faire de meilleures prédictions en ce qui concerne l'évolution du climat.

Écosystème de l'île Melville

Sur l'île Melville, la couche active du pergélisol est d'environ 50 à 90 cm de profondeur et la végétation dispersée pousse principalement le long des ventres de bœuf. Trois importants écosystèmes terrestres de l'Arctique sont définis selon l'humidité de leur sol et les plantes qui y poussent.

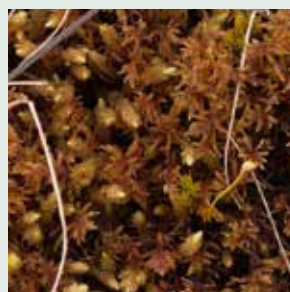
Désert polaire

- Sol sec
- Des sols minéraux nus recouvrent 80 % du territoire.
- La saxifrage à feuilles opposées, le pavot d'Islande, le lichen et les mousses sont des plantes fréquemment observées dans cet écosystème.
- Cet écosystème est le plus répandu à Cape Bounty, sur l'île Melville.



Toundra mésique

- Les sols organiques, d'une profondeur d'environ trois centimètres, présentent un taux d'humidité modéré.
- Les mousses, le lichen, les graminéoïdes, le carex, les joncs et les plantes herbacées à fleurs sont des plantes fréquemment observées dans cet écosystème.
- Cet écosystème est fréquemment observé dans d'autres régions de l'Arctique.



Prairie humide à carex

- Sol humide
- Les sols organiques humides sont d'une profondeur d'environ cinq centimètres.
- Le sol est complètement recouvert de végétaux, dont les plus courants sont les linaigrettes, le carex aquatique, la dupontie de Fisher et le vulpin boréal.
- Cet écosystème se trouve souvent en aval des champs de glace qui sont en train de fondre.



*Autres collaborateurs : Johann Wagner, Jacqueline K.Y. Hung, Allison Neil et Neal A. Scott, Université Queen's. Financement : Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), Programme de formation scientifique dans le Nord (PFSN), ArcticNet, Programme de l'Année polaire internationale du gouvernement du Canada. Soutien logistique : Programme du plateau continental polaire. Analyse supplémentaire : Agriculture et Agroalimentaire Canada, Université Carleton.

Étude scientifique de la mer de Kitikmeot (K3S)

Comment les marées, les courants et le brassage influencent-ils l'environnement marin de la mer de Kitikmeot?

Messages clés

- La mer de Kitikmeot est un écosystème marin dynamique qui subit l'influence des apports des rivières régionales et des grands systèmes de courants de l'océan Arctique.
- Les forces de la marée brassent la colonne d'eau dans les détroits étroits et à débit rapide de la mer de Kitikmeot, influençant l'écosystème marin et les formes de glace de mer dans ces régions.
- En hiver, cette action de brassage contribue à la formation de glace mince ou d'eau libre dans les détroits connus sous le nom de « trous d'hiver ».
- En été, elle fait remonter des nutriments à la surface et favorise la création de « jardins d'été », qui sont des communautés diversifiées du fond marin, distinctes des environnements environnants à faible débit.



Ce que nous faisons

Une équipe de chercheurs du Canada, des États-Unis et de la Norvège recueille des données de base sur la façon dont l'eau et les nutriments circulent dans la mer de Kitikmeot et la façon dont cette circulation influe sur l'écosystème marin. Les chercheurs collectent des échantillons d'eau et prennent des mesures à bord du navire de recherche *Martin Bergmann* pendant l'été. Le reste de l'année, ils utilisent des instruments fixés au fond de l'océan pour mesurer les courants et les propriétés de l'eau. Ces mesures sont concentrées sur les détroits étroits et peu profonds de la mer de Kitikmeot.

Ce que nous avons appris et pourquoi c'est important

Il y a des courants plus rapides dans les détroits marins étroits de la mer de Kitikmeot, causés par les marées qui forcent l'eau à traverser les espaces entre les îles. Ces courants contribuent à brasser la colonne d'eau et à faire remonter les nutriments à la surface. Ce brassage favorise la croissance des plantes et renforce le réseau alimentaire marin. À l'intérieur de ces passages, les mains de mer, les concombres de mer, les myes et les espèces de varechs profitent de ces nutriments et particules alimentaires.

Responsables du projet :

Kristina Brown et Bill Williams, ministère des Pêches et des Océans (MPO), Institut des sciences de la mer (ISM), Sidney (Colombie-Britannique), Canada*
kristina.brown@dfo-mpo.gc.ca bill.williams@dfo-mpo.gc.ca



Yves Bernard, conseiller en technologie sous-marine et océanique de l'Arctic Research Foundation, et Raphaëlle Descoteaux, étudiante au doctorat à l'Université arctique de Norvège (UiT), apportent un carottier de sédiments à bord du navire de recherche Martin Bergmann : Neha Acharya-Patel



Polar Knowledge
Canada

Savoir polaire
Canada

Canada

Mer de Kitikmeot : un milieu marin unique

La mer de Kitikmeot est un environnement marin unique dans l'Arctique en raison de trois caractéristiques principales :

Eau profonde riche en nutriments

Les courants océaniques apportent à la mer de Kitikmeot de l'eau profonde salée et riche en nutriments provenant d'autres bassins de l'archipel Arctique canadien. Sans lumière du soleil, ces nutriments dissous ne peuvent pas contribuer à la croissance des plantes qui alimentent le reste du réseau alimentaire.

Apport d'eau douce par les rivières

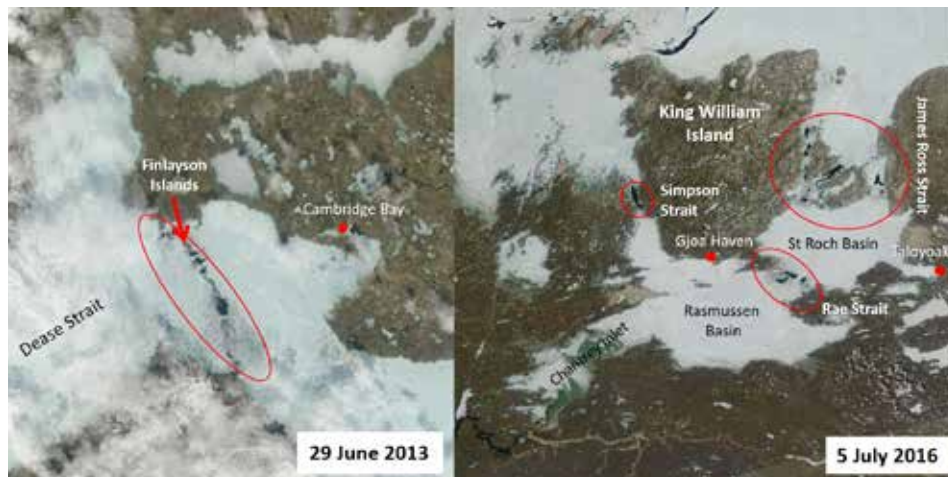
Les rivières de la région de Kitikmeot apportent des quantités massives d'eau douce dans la mer de Kitikmeot. L'eau douce étant moins dense que l'eau salée, les apports de ces rivières restent à la surface.

Restriction du flux d'eau entrant et sortant

Le fond marin dans les détroits de la mer de Kitikmeot est relativement peu profond (moins de 30 mètres de profondeur), ce qui limite la circulation d'eau entre la mer de Kitikmeot et les autres bassins de l'océan Arctique.

À l'extérieur de ceux-ci, les ophiures et les petits vers marins se nourrissent des restes. Ces « jardins d'été » peuvent être des sites d'alimentation importants pour les poissons ou les phoques. Il est nécessaire d'obtenir plus de renseignements sur la façon dont ces détroits influencent la productivité biologique de la grande région de la mer de Kitikmeot.

En hiver, les observations des résidents et les images satellites à haute résolution montrent que ces mêmes passages étroits sont sujets à la glace mince et à la débâcle précoce, ce qui en fait des endroits dangereux pour les déplacements hivernaux. Ces « trous d'hiver » sont causés par l'eau plus chaude, qui est amenée à la surface par ce processus de brassage provoqué par les marées.



Vue satellite des « trous d'hiver » créés au printemps dans les détroits étroits en raison du brassage des marées : a) îles Finlayson près de Cambridge Bay (Nunavut); et b) inlet Chantrey – bassin Rasmussen – bassin St. Roch près de Gjoa Haven (Nunavut) (<https://worldview.earthdata.nasa.gov/>)

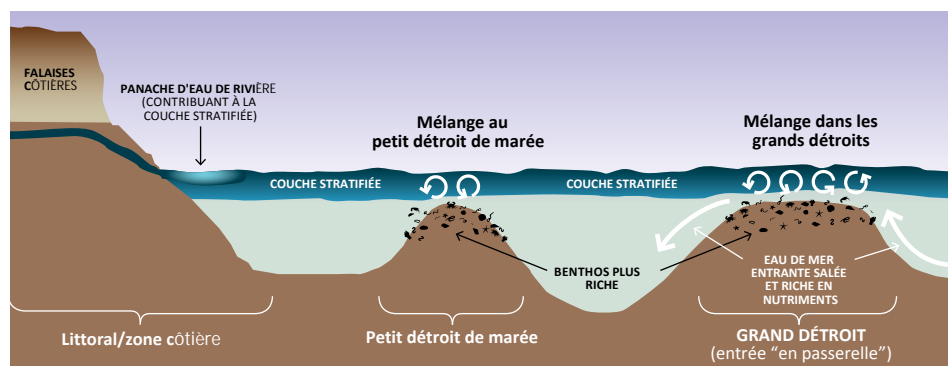


Schéma simplifié de la circulation de l'eau dans la mer de Kitikmeot. Le mélange dans les zones peu profondes amène à la surface des eaux salées profondes riches en nutriments, soutenant une diversité de vie océanique.

*Institut des sciences de la mer (ISM), Sidney (Colombie-Britannique), Canada. **Collaborateurs et remerciements :** Bodil Bluhm, Département de biologie arctique et marine, UiT – Université arctique de Norvège, Tromsø, Norvège, Kristina Brown, MPO, Sidney (Colombie-Britannique), Canada, Eddy Carmack, MPO, Sidney (Colombie-Britannique), Canada, Seth Danielson, College of Fisheries and Ocean Sciences, Université d'Alaska Fairbanks, Fairbanks (Alaska), États-Unis, Mike Dempsey, MPO, Sidney (Colombie-Britannique), Canada, Donald McLennan, Arctic Research Foundation, John Nelson, MPO, Sidney (Colombie-Britannique), Canada, Lina Rotermund, Université de Victoria, Victoria (Colombie-Britannique), Canada, Adrian Schimnowski, Arctic Research Foundation, Winnipeg (Manitoba), Canada, Bill Williams, MPO, ISM, Sidney (Colombie-Britannique), Canada.

Évaluation des ressources en énergie renouvelable

Les énergies renouvelables conviennent-elles à tous les emplacements?

Messages clés

- POLAIRE aspire à aider les collectivités du Nord à réduire leur dépendance à l'égard des combustibles fossiles pour la production d'énergie.
- Les évaluations des ressources régionales sont essentielles afin de déterminer si les sources d'énergie renouvelable sont prometteuses comme projet de développement, par exemple :

Énergie éolienne : Une vitesse annuelle moyenne du vent de trois à six mètres par seconde est nécessaire pour qu'un projet éolien soit économiquement réalisable dans les collectivités éloignées du Nord.

Énergie solaire : En raison des conditions atmosphériques, certaines zones bénéficient d'une meilleure irradiation solaire que d'autres. Cette irradiation déterminera l'emplacement des panneaux solaires dans les collectivités visées.

Énergie géothermique : Les exigences en matière d'exploration et de forage profond augmentent considérablement le coût global du projet de développement de cette source d'énergie durable.



Évaluation des ressources de Cambridge Bay

Énergie éolienne

En 2014, POLAIRE a érigé un mât anémométrique en bordure de la ville pour mesurer les régimes des vents dominants, en partenariat avec Ressources naturelles Canada (RNCAN) et l'Institut de l'énergie éolienne du Canada (IEEC). L'étude, menée entre 2014 et 2017, a révélé qu'un projet éolien pour la collectivité pourrait être techniquement et économiquement viable. En 2020, POLAIRE et l'IEEC ont mis à niveau les capteurs du mât et ont recommencé à mesurer le vent dans le but d'améliorer les données et de déterminer si les changements climatiques ont une incidence sur la vitesse et la direction du vent.

Irradiation solaire

Afin d'évaluer la pertinence de l'énergie solaire pour Cambridge Bay, POLAIRE assure une surveillance de l'irradiation solaire en partenariat avec RNCAN et Campbell Scientific.

POLAIRE et le fournisseur de technologie canadien Spectrafy collaborent afin de faire l'essai et la démonstration de la technologie d'irradiation spectrale solaire directe appelée Solarsim. Cette technologie est peu coûteuse et facile à utiliser, ce qui en fait une option viable pour de nombreuses collectivités du Nord. L'un des sept appareils de Solarsim a été utilisé dans le cadre du Programme d'innovation Construire au Canada à Cambridge Bay. Le projet représente le déploiement de cette technologie le plus septentrional et le seul à fonctionner dans l'Arctique.

Responsable du projet : Rob Cooke, Savoir polaire Canada (POLAIRE), info@polar.gc.ca



Site de surveillance des ressources de la route de Water Lake, Cambridge Bay : POLAIRE



Polar Knowledge
Canada

Savoir polaire
Canada

Canada

Évaluation des ressources communautaires

POLAIRE a fourni des fonds à plusieurs collectivités du Nord pour la réalisation de projets d'énergie renouvelable à petite échelle et a contribué à l'évaluation des ressources pour des projets potentiels au sein de collectivités.

Arviat

Le hameau d'Arviat a collaboré avec NRStor, une entreprise de stockage d'énergie, afin d'installer des équipements de surveillance éolienne et solaire. La collectivité souhaite mettre sur pied un projet hybride ayant recours à l'énergie éolienne, à l'énergie solaire et au stockage dans le but de réduire l'utilisation du diesel.



Surveillance solaire et éolienne à Arviat : NRStor

Étude sur les marées

La modification des formes de glace marine, conséquence des changements climatiques, pourrait présenter une occasion d'utiliser l'énergie de la mer dans le Nord canadien. Étant donné que 24 des 25 collectivités du Nunavut sont côtières, POLAIRE et le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) travaillent ensemble pour déterminer si l'énergie marémotrice dans des endroits stratégiques pourrait répondre aux besoins énergétiques de certaines collectivités tout au long de l'année. Le CNRC étudie cinq collectivités du Nunavut qui ont montré le plus grand potentiel dans les études sur table.

Sanikiluaq

À Sanikiluaq, la Qikiqtaaluk Business Development Corporation (QBDC) s'est appuyée sur la participation des collectivités afin de choisir un emplacement optimal pour l'installation d'un mât anémométrique à proximité de la collectivité. Les résultats de ce programme de surveillance permettent à la QBDC d'élaborer une solide analyse de rentabilité pour soutenir un futur projet éolien de 400 kilowatts.



Positionnement du mât anémométrique à Sanikiluaq, au Nunavut. QBDC

Projet de démonstration du programme de gestion des métaux du Nunavut

Est-ce possible d'élaborer un modèle régional de gestion des déchets solides au Nunavut qui soit dirigé par les Inuits et les collectivités et qui maximise les retombées régionales?

Messages clés

- Il est viable et avantageux de confier la gestion des déchets solides aux sociétés de développement inuites.
- Plus de 900 batteries, 12 barils de déchets pétroliers et d'innombrables interrupteurs à mercure ont été retirés de la toundra et expédiés vers le sud pour être éliminés et recyclés de manière appropriée.
- Les membres de la collectivité embauchés par la municipalité ont effectué tous les travaux sur place et ont reçu plus de 30 jours de formation.
- De plus, 59 % des fonds ont été affectés au sein de la collectivité sous forme de salaires, d'équipement et de matériel.

Responsable du projet :

Sheldon Nimchuk, Qikiqtaaluk Business Development Corporation (QBDC)
snimchuk@qcorp.ca



Ce que nous avons fait

Ce projet visait à éliminer les déchets métalliques tout en employant et en formant les habitants de la région. Les stocks de métal sont composés de vieilles voitures, de motoneiges, de camions et d'appareils électroménagers. Chacun d'entre eux contient des déchets dangereux. Les vieux véhicules comprennent des interrupteurs à mercure, du plomb et divers déchets liquides tels que l'huile et l'essence. Les vieux réfrigérateurs contiennent des huiles et des gaz menaçant l'ozone. La réduction des déchets métalliques empêche les déchets dangereux de polluer l'environnement.

L'équipe du projet a ainsi protégé l'environnement en retirant les matières dangereuses des déchets métalliques. Elle a également prolongé la durée de vie de la décharge existante en compressant les métaux en balles. Ce projet permet de réduire la nécessité d'une plus grande décharge à l'avenir. Il minimise également le risque de contamination de l'environnement.

Ce modèle de gestion des déchets solides par les sociétés de développement inuites pourrait être appliqué aux stocks de métaux qui existent dans toutes les collectivités du Nunavut. Le projet a été dirigé et réalisé selon une approche axée sur les Inuits.

Le projet était axé sur le renforcement des capacités des Inuits et misait sur le rendement social du capital investi pour sa réalisation. Les membres de



Pitseolak Pudlaq pose près d'une presse à balles métalliques : « C'est la première fois que je vois cette terre sans les vieux métaux qui la recouvrent. C'est un progrès. » Plus de 1 000 balles de métal ont été traitées au cours de ce projet.



Polar Knowledge
Canada

Savoir polaire
Canada

Canada

la collectivité embauchés par la municipalité ont effectué tous les travaux sur place. L'équipe du projet a donné une formation sur place, qui était offerte aux autres membres de la collectivité. La municipalité a acquis l'expérience et les ressources nécessaires pour continuer à gérer sa décharge de métaux de manière responsable, sans faire appel à des entrepreneurs extérieurs.

Pourquoi c'est important

L'infrastructure de gestion des déchets solides dans les collectivités du Nunavut est inadéquate, désuète et sous-dimensionnée. Les budgets limités et les priorités concurrentes de tous les ordres de gouvernement ont contribué à ce problème. Les métaux hérités sont des déchets qui existaient avant l'établissement des cadres réglementaires et de gestion actuels. La plupart de ces déchets hérités sont de la ferraille, notamment de vieux véhicules, des réfrigérateurs et des matériaux de construction. S'ils sont laissés tels quels, les déchets dangereux contenus dans le métal finiront par s'infiltrer dans l'environnement, présenter un risque pour la santé humaine et polluer nos terres, nos eaux et notre air.

Ce projet a révélé que de futurs accords étaient possibles entre le gouvernement du Nunavut et les sociétés de développement régional dans les régions de Qikiqtani, de Kitikmeot et de Kivalliq. Ces accords peuvent régler le problème des stocks de déchets métalliques hérités dans tout le Nunavut, tout en investissant les fonds sur le territoire et en maximisant les avantages pour les Inuits et les collectivités.



Plus de 25 véhicules hors d'usage ont été retirés du centre de la collectivité et décontaminés de manière appropriée. « Nous sommes heureux de voir que des mesures sont prises non seulement pour aider notre collectivité à nettoyer le site, mais aussi pour lui fournir la formation nécessaire à la poursuite de la bonne gestion de nos déchets. » John Hussey, agent administratif principal.

Sous la direction de la QBDC, ce projet a permis ce qui suit :

- embaucher six Inuits à Kinngait pour deux saisons de projet;
- fournir 30 jours de formation sur place, y compris :
 - formation sur la dépollution sûre pour éliminer les déchets dangereux des véhicules et des réfrigérateurs
 - formation sur le fonctionnement des équipements de mise en balles des métaux
 - formation sur l'emballage des déchets dangereux et leur expédition
 - certification en matière de santé et de sécurité
 - certification en matière de substances menaçant l'ozone
- créer du matériel de formation particulièrement destiné au Nunavut, publié en inuktitut et en anglais, notamment :
 - un guide sur l'élimination des déchets dangereux des métaux
 - un guide sur les métaux qui peuvent être mis en balles dans un stock de métaux ty-pique du Nunavut
 - un guide sur la façon d'évacuer les déchets dangereux

Contributions financières : Savoir polaire Canada, gouvernement du Nunavut, QBDC, Kakivak Association, municipalité de Kinngait
Soutien en nature : Automotive Recyclers of Canada, municipalité de Kinngait, QBDC, gouvernement du Nunavut, plusArctic Consulting Ltd. et Kudlik Construction

Technologies de gestion des déchets

Quelles technologies de gestion des déchets sont pertinentes pour Cambridge Bay?

Messages clés

- Les habitants des collectivités isolées du Nord du Canada veulent améliorer les pratiques de gestion des déchets et réduire leur dépendance à l'égard des sources d'énergie basées sur les combustibles fossiles.
- Les émissions de gaz à effet de serre, le carbone noir issu de l'utilisation de combustibles fossiles, et la contamination de l'environnement causée par les décharges surchargées et l'incinération à l'air libre ont une incidence négative sur la santé publique et polluent les terres et les chaînes alimentaires.
- POLAIRE a étudié plusieurs options de gestion des déchets et de valorisation énergétique des déchets. Les connaissances acquises sont utiles à d'autres collectivités du Nord qui envisagent des solutions de rechange en énergie propre.



Systèmes communautaires automatisés (ACS150)

Les ACS150 étaient un ensemble de technologies visant à répondre aux besoins en services publics d'une collectivité de 150 personnes contenu dans deux conteneurs maritimes. Les technologies ont été regroupées de manière à ce que les déchets entrent par une extrémité et que de l'eau potable, de la chaleur et de l'électricité soient produites en sortie. Cette démonstration technologique a été organisée par la collectivité de Cambridge Bay en 2014, en collaboration avec Technologies du développement durable Canada (TDDC).

Analyse du flux de déchets

Une vérification des déchets de la décharge de Cambridge Bay a été réalisée afin de choisir la technologie de valorisation énergétique des déchets appropriée pour la collectivité. Ces travaux ont été effectués en partenariat avec le Concordia Institute for Water, Energy and Sustainable Systems (CIWESS). En 2016, les travailleurs du hameau, ainsi que le doctorant Nathan Curry, ont passé deux semaines à trier 725 kilogrammes (1 600 livres) de déchets. Ils ont organisé une réunion communautaire au centre des aînés et ont mené des entrevues officielles sur la gestion des déchets. Les résultats ont indiqué que la collectivité pourrait tirer profit d'un programme de compostage des déchets alimentaires et d'un programme de recyclage du carton, du plastique et des canettes de boissons gazeuses.

Responsable du projet : Rob Cooke, Savoir polaire Canada (POLAIRE), info@polar.gc.ca



Brûlage de déchets à la décharge de Cambridge Bay. L'incinération est une pratique courante de gestion des déchets dans de nombreuses collectivités isolées : POLAIRE



Polar Knowledge
Canada

Savoir polaire
Canada

Canada

Microsystème autonome de gazéification

Fort des résultats de l'analyse du flux de déchets, POLAIRE s'est associé à un fournisseur canadien de technologie de valorisation énergétique des déchets, Terragon Environmental Technologies Inc., pour faire l'essai et la démonstration du MAGS au sein de la collectivité de Cambridge Bay. Terragon a mis en service et démarré le système et a fourni une formation préliminaire à deux opérateurs de la collectivité.

Le système fonctionne en chargeant les déchets par lots dans deux chambres. Les déchets sont chauffés et se décomposent en biocharbon et en un gaz composé principalement d'hydrogène et de monoxyde de carbone (gaz de synthèse). Le gaz de synthèse est utilisé comme combustible pour la continuation du processus. L'objectif global du projet était d'évaluer la technologie du MAGS sur le plan du rendement, de la faisabilité économique et de l'exploitabilité dans une collectivité éloignée du Nord.

Évaluation de la technologie

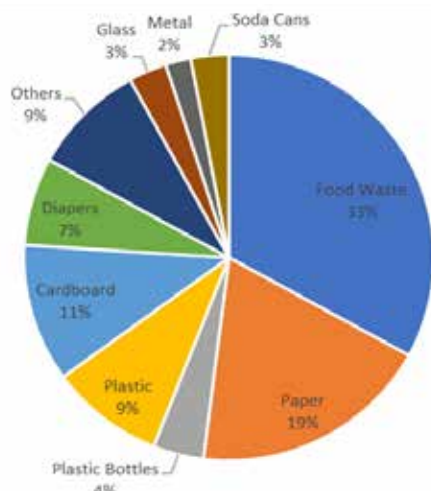
Pendant que la démonstration du MAGS se déroulait à Cambridge Bay, Matt Wallace, ingénieur de POLAIRE, a évalué une série de technologies de valorisation énergétique des déchets commercialement disponibles. Ces technologies comprenaient notamment des technologies de récupération de chaleur ainsi que des solutions novatrices pour transformer les déchets en matériaux de construction ou en revêtements routiers, qui sont grandement nécessaires et qui ont une valeur intrinsèque dans les collectivités isolées du Nord. Après des recherches approfondies, Matt Wallace a recommandé d'opter pour un système d'incinération simple avec récupération de chaleur comme point de départ d'un système de valorisation énergétique des déchets dans une collectivité éloignée.

Système d'incinération avec récupération de chaleur

Produit par Dynamis Energy, le système d'oxydation thermique (SOT) est exploité avec succès par l'arrondissement North Slope à Utqiagvik (Alaska). Le personnel de POLAIRE et du hameau s'est rendu en Alaska pour observer le SOT et rencontrer les représentants de l'entreprise et de l'arrondissement. Il a été conclu que ce système répondrait aux exigences de gestion des déchets de Cambridge Bay.

Bien que la population d'Utqiagvik soit deux fois plus importante que celle de Cambridge Bay, les similitudes entre les deux collectivités favorisent l'utilisation du SOT au Nunavut. Utqiagvik est situé au nord du cercle polaire arctique et a une population majoritairement autochtone (c'est-à-dire que plus de 60 % des résidents sont des Inuits). Comme Cambridge Bay, Utqiagvik a un climat polaire, est approvisionné principalement par le transport maritime et maintient de fortes traditions de récolte d'aliments prélevés dans la nature. Cette comparaison a permis d'évaluer si le système répondrait aux besoins de Cambridge Bay, étant donné que les profils de déchets d'Utqiagvik et de Cambridge Bay sont semblables.

Le SOT d'Utqiagvik a fait en sorte de réduire de manière considérable les déchets envoyés à la décharge. Il produit des émissions propres et des cendres inertes. Cependant, il n'exploite pas pleinement la chaleur ou le gaz de synthèse produits, ce qui réduit sa viabilité économique globale. Le hameau de Cambridge Bay cherche désormais activement des fonds pour installer un SOT et prévoit d'utiliser la chaleur résiduelle pour le chauffage centralisé ou des serres. POLAIRE et le hameau sont tous deux intéressés par le potentiel d'utilisation du gaz de synthèse pour la production d'énergie.



(à la gauche) : Selon une analyse du flux de déchets, un tiers des déchets de Cambridge Bay sont des déchets alimentaires. Le carton et le papier représentent un autre tiers. Données fournies par Nathan Curry. (au centre et à la droite) : SOT d'Utqiagvik en marche : Matt Wallace

Traitement des eaux usées

Comment améliorer la gestion des eaux usées dans les collectivités isolées?

Messages clés

- La recherche appliquée visant à améliorer la gestion de l'eau et des eaux usées est une priorité importante pour les partenaires autochtones et du Nord de POLAIRE.
- POLAIRE a dirigé et appuyé plusieurs études qui avaient pour but de comprendre l'efficacité des pratiques actuelles de traitement des eaux usées et de faire l'essai des technologies prometteuses à utiliser dans les collectivités de l'Arctique et du Nord.

Eaux grises et eaux noires

Les eaux usées provenant des bains et de la lessive sont appelées **eaux grises**. Elles sont moins contaminées que les **eaux noires** (eaux d'égout), qui comprennent les eaux usées des toilettes, des évier de cuisine et des lave-vaisselle. Dans de nombreuses régions du monde où l'eau n'est pas abondante, les gens réutilisent les eaux grises pour les chasses d'eau, l'irrigation, la lessive et le nettoyage.



Gestion des eaux usées

De nombreuses collectivités isolées dépendent de l'approvisionnement en eau et de la collecte des eaux usées, ce qui est peu pratique et coûteux. Les livraisons par camion contribuent également à la pollution de l'air par la poussière et l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre provenant des gaz d'échappement des véhicules.

Dans ces collectivités, les eaux noires et les eaux grises provenant des résidences et des entreprises sont mélangées dans des réservoirs de collecte, collectées par des camions lourds et déversées dans des étangs d'épuration.

Au fil du temps, les étangs traitent efficacement les déchets, mais ils présentent un fort potentiel de pollution des sols, des cours d'eau régionaux et de la chaîne alimentaire.

POLAIRE a soutenu une étude de l'Université de Winnipeg visant à déterminer l'ampleur de la pollution à proximité des collectivités éloignées afin de mieux saisir l'efficacité des étangs de traitement des eaux usées et les répercussions potentielles du ruissellement des effluents sur l'environnement et la chaîne alimentaire.

Responsable du projet : Rob Cooke, Savoir polaire Canada (POLAIRE), info@polar.gc.ca



L'étang de traitement des eaux usées de Cambridge Bay en hiver : POLAIRE



Polar Knowledge
Canada

Savoir polaire
Canada

Canada

Traitement des eaux grises

Soucieux de traiter ces problèmes à la source, POLAIRE étudie également la conservation de l'eau grâce aux technologies de traitement des eaux grises et des eaux noires.

En 2018, grâce au financement de POLAIRE, Terragon Environmental Technologies Inc. a installé une technologie de traitement des eaux grises connue sous le nom de WETT-G sur le campus de la Station canadienne de recherche dans l'Extrême-Arctique (SCREA) à Cambridge Bay.

Ce système d'eaux grises s'appuie sur une technologie électrochimique automatisée, qui n'exige pas l'ajout de produits chimiques ni de processus nécessitant une maintenance importante. La qualité des eaux grises traitées était comparable à celle de l'eau municipale traitée, et le coût du traitement était nettement inférieur à celui de l'eau municipale. Ce projet a révélé la faisabilité économique et les avantages de la réutilisation de l'eau grâce au traitement des eaux grises.



Un système de traitement des eaux grises semblable à celui installé à la SCREA : Terragon

Traitement des eaux noires : traitement anaérobie bioélectrochimique des eaux usées (BioElectrochemical Anaerobic Sewage Treatment (BeAST))

Le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) a mis au point une technologie de traitement des eaux usées qui vise à nettoyer les eaux noires avant qu'elles ne soient envoyées dans un étang d'épuration. Le système BEAST utilise des microbes pour décomposer les déchets dans un système à flux passif. POLAIRE s'est associé au CNRC afin de faire l'essai de cette technologie précommerciale sur le campus de la SCREA.

Des échantillons d'eaux usées de Cambridge Bay ont été envoyés aux laboratoires du CNRC au Québec. Les chercheurs ont analysé les échantillons et adapté le système BEAST, qui a ensuite été installé sur le campus de la SCREA. Le réacteur BEAST de 30 litres de la SCREA fonctionnera pendant environ 12 mois.

Les premiers essais ont montré que l'utilisation du système BEAST permet de déverser des eaux usées beaucoup plus propres dans les étangs d'épuration. Si d'autres essais sont concluants, le CNRC et POLAIRE travailleront ensemble pour concevoir et installer un réacteur plus grand dans des unités résidentielles à Cambridge Bay.



Réacteur BeAST semblable à celui installé à la SCREA : CNRC

Le saviez-vous?

Le **méthane**, ou biogaz, est un sous-produit du processus de traitement des eaux usées. Ce gaz peut être capté et utilisé pour le chauffage centralisé, la production de biocarburants ou le chauffage des serres. L'utilisation de ce gaz peut contribuer de manière considérable à la viabilité économique et environnementale de cette technologie.

Surveillance des carcajous de Kitikmeot – initiative non invasive et communautaire

Combien de carcajous y a-t-il dans la région de Kitikmeot?

Messages clés

- Les carcajous de la région se trouvent en faible densité et sont exposés à une croissance des activités humaines.
- Le fait de connaître la densité de la population de carcajous dans la région peut permettre d'établir les futures limites de récolte durable et pourrait appuyer le processus d'examen des répercussions. Ces renseignements peuvent également contribuer à la recherche sur les prédateurs pour la gestion du caribou.
- Ce projet de recherche en collaboration avec le gouvernement du Nunavut et l'OCT de Kugluktuk a fourni une formation et un emploi précieux aux membres de l'OCT. Cette étude démontre également l'efficacité des projets de recherche conjoints pour assurer une meilleure gestion de la faune.



Résumé du projet

En 2018 et 2019, les biologistes du gouvernement du Nunavut ont collaboré avec la Kugluktuk Angoniatit Association (OCT de Kugluktuk), afin d'établir une estimation de la densité de la population de carcajous de la région. Ce projet soutient la surveillance régionale à long terme en établissant des **données de base** sur le nombre et la densité de carcajous dans la région.

Ces données éclairent la recherche sur les prédateurs pour la gestion du caribou et pourraient également être utilisées pour établir les futures limites de récolte durable et soutenir la contribution aux processus d'examen de la Commission du Nunavut chargée de l'examen des répercussions (CNER).

L'équipe de recherche a utilisé des méthodes non invasives pour recueillir des échantillons de fourrure de carcajou au nord-ouest du lac Napaktulik. Elle a placé 154 postes d'accrochage de fourrure, appâtés avec des pattes de caribou et de bœuf musqué et des appâts odorants, installés sur grille dans la toundra.

Responsable du projet :

Malik Awan, Malik Awan, ministère de l'Environnement, gouvernement du Nunavut, mawan@gov.nu.ca



Un carcajou : Thomas Kitchin & Victoria Hurst



Polar Knowledge
Canada

Savoir polaire
Canada

Canada

Carcajou

Le carcajou est l'une des espèces les plus importantes de la famille des belettes. De manière générale, les femelles pèsent environ 10,5 kg (23 lb) tandis que les mâles atteignent 15 kg (33 lb).

Le carcajou est omnivore et principalement charognard. Bien qu'il ait la force de tuer de gros gibiers comme les cerfs, les caribous et les élans, il ne le fait qu'occasionnellement.

En plus d'attaquer et de se nourrir de gros gibiers en hiver, les carcajous mangent les œufs des oiseaux qui nichent au sol ainsi que des racines et des baies comestibles pendant les mois d'été. Les carcajous de la région étudiée se trouvent en faible densité et sont exposés à une croissance des activités humaines.

Données de base

Les données de base sont des renseignements qui fournissent un aperçu des conditions ou de la situation actuelles. Les données futures peuvent être comparées à ces renseignements afin de repérer les changements.

Les postes étaient recouverts de fil barbelé, ce qui permettait de collecter des échantillons de fourrure des animaux attirés par les appâts. L'échantillonnage s'est déroulé sur trois séances de dix jours, du début mars à la fin avril 2018, puis à nouveau en 2019. Il s'agit d'une méthode pratique et rentable pour surveiller les populations de carcajous dans la toundra.

Résultats du projet

L'équipe de recherche a étudié l'ADN des échantillons de fourrures collectés pour identifier les spécimens de carcajous et leur sexe. Elle a constaté un nombre semblable de carcajous mâles et femelles. L'équipe a identifié 22 carcajous en 2018, dont 11 femelles et 11 mâles. En 2019, elle a recensé 27 carcajous, dont 13 femelles et 14 mâles. La même année, 10 carcajous reconnus en 2018 ont été recapturés.

Les résultats ont montré qu'il y a environ trois à quatre carcajous par 1 000 km². Ces estimations ne s'appliquent qu'aux carcajous dont les domaines vitaux sont centrés dans la zone d'étude de 4 000 km² située près du lac Napaktulik, où les postes d'accrochage de fourrure ont été installés. Les carcajous pénètrent dans la zone d'étude de différentes façons, ce qui peut expliquer les différences dans les estimations de densité de population entre les années.

Les carcajous ont un grand domaine vital compte tenu de leur petite taille. En 2018, l'équipe de recherche a observé un domaine d'environ 25 km pour les mâles et les femelles. En 2019, elle a constaté un domaine systématiquement plus vaste pour les mâles.

Cette étude démontre l'importance des projets de recherche conjoints pour assurer une meilleure gestion de la faune. Elle met également en évidence les possibilités existantes de fournir une formation et un emploi de valeur aux membres de l'OCT par des projets de recherche collaborative.

Collaborateurs et remerciements : Kugluktuk Angoniatit Association (OCT de Kugluktuk). Équipe de terrain : Malik Awan, ministre de l'Environnement du gouvernement du Nunavut; OJ Bernhardt, membre de l'OCT de Kugluktuk; Eric Hitkolok, membre de l'OCT de Kugluktuk; Perry Klengenber, membre de l'OCT de Kugluktuk; Jonathan Niptanatiak, membre de l'OCT de Kugluktuk. Financement : Ministère de l'Environnement du gouvernement du Nunavut, Conseil de gestion des ressources fauniques du Nunavut (CGRFN), Savoir polaire Canada.

info@polar-polaire.gc.ca

	English	Français	Website (English)
Twitter	@POLARCanada	@POLAIRECanada	canada.ca/polar
Facebook	@PolarKnowledge	@Savoirpolaire	site Web (Français)
Instagram	@polar.knowledge	@savoir.polaire	canada.ca/polaire
LinkedIn	linkedin.com/company/polar-knowledge-canada		