



# AVIS SCIENTIFIQUE À L'APPUI DE L'ÉLABORATION D'UN PLAN DE SUIVI ÉCOLOGIQUE POUR LA ZONE DE PROTECTION MARINE D'ANGUNIAQVIA NIQIYUAM

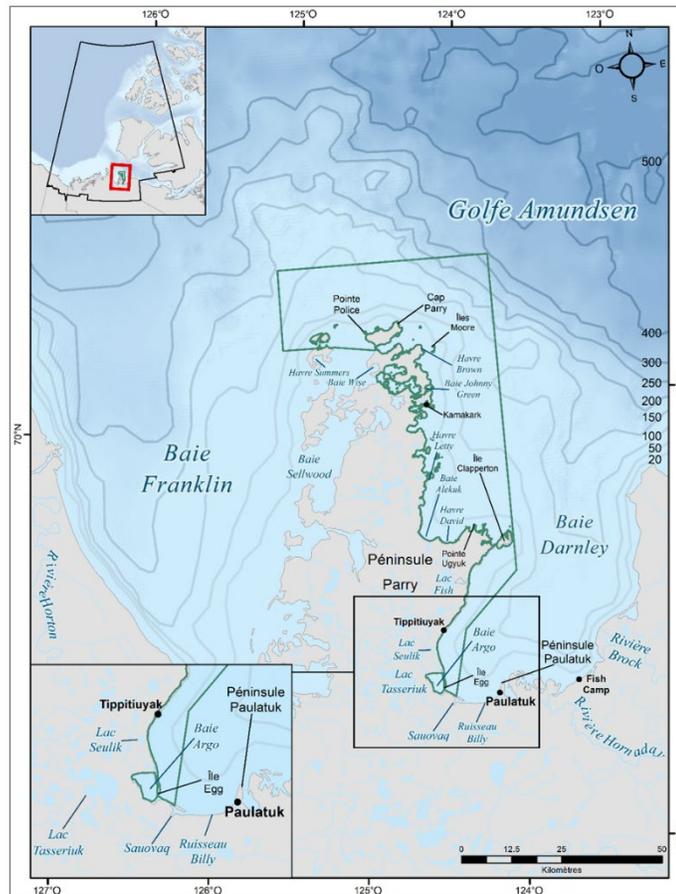


Figure 1. Carte présentant les noms traditionnels et locaux d'endroits dans la zone de protection marine Anguniaqvia niqiyuam (ZPMAN). La carte a été créée par J. Friesen et les toponymes locaux ont été fournis par le groupe de travail sur la ZPMAN. La bathymétrie a été adaptée de l'IBCAO par M. Ouellette. La carte de base provient du portail des données ouvertes du gouvernement du Canada.

## Contexte :

Le Secteur des sciences de Pêches et Océans Canada (MPO) fournit des avis scientifiques à l'appui de la gestion et du suivi des zones de protection marines (ZPM). À l'heure actuelle, les représentants de Planification et conservation marines du MPO et les membres du groupe de travail sur la ZPM d'Anguniaqvia niqiyuam (ZPMAN) élaborent conjointement un plan de surveillance pour la ZPMAN, qui représente une composante clé de la gestion de la ZPMAN. Ce plan présentera une approche structurée concernant la collecte de données visant à soutenir la gestion et le suivi de la ZPMAN afin que les objectifs de conservation de celle-ci puissent être atteints. Les objectifs de conservation de la ZPMAN sont les suivants : préserver l'intégrité de l'environnement marin situé au large du refuge d'oiseaux

*migrateurs du cap Parry afin qu'il soit productif et que les espèces des niveaux trophiques supérieurs puissent s'y alimenter; préserver l'habitat afin de soutenir des populations d'espèces clés (comme les bélugas [Delphinapterus leucas], l'omble chevalier [Salvelinus alpinus], les phoques annelés [Pusa hispida] et les phoques barbus [Erignathus barbatus]).*

*Le présent avis scientifique découle de la réunion consultative régionale du Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS) du MPO, qui a eu lieu du 18 au 20 février 2020. Il contient les avis scientifiques demandés par le service de planification et de conservation marines du MPO sur les thèmes écologiques identifiés dans l'ébauche du plan de surveillance élaboré par le groupe de travail sur la ZPMAN. Les conseils en matière de surveillance écologique prolongent et, le cas échéant, remplacent les indicateurs, les protocoles et les stratégies définis précédemment (MPO, 2015) dans le contexte des connaissances publiées récemment, ainsi que d'autres informations et données disponibles pour la ZPMAN et l'écosystème environnant. En outre, la ZPMAN servira d'étude de cas relative au processus d'élaboration du plan de surveillance d'une ZPM, qui intègre à la fois les connaissances scientifiques et le savoir autochtone pertinents. L'avis qui en résultera servira à l'élaboration du plan de surveillance écologique. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, dans le [Calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).*

## SOMMAIRE

- La zone de protection marine d'Anguniaqvia niqiqyuam (ZPMAN) est la première zone de protection marine (ZPM) du Canada dont les objectifs de conservation sont fondés spécifiquement sur le savoir autochtone et la deuxième ZPM désignée dans l'Arctique canadien en vertu de la *Loi sur les océans*.
- Une quantité importante de renseignements sur la ZPMAN se trouve entre les mains des détenteurs du savoir autochtone. Ce savoir autochtone n'a pas été pris en considération lors de cette réunion, mais les priorités communautaires dérivées par le groupe de travail sur la ZPMAN ont été fournies pour guider et informer la discussion. Les connaissances autochtones continueront à alimenter le plan de surveillance parachevé.
- Au cours des cinq dernières années, des connaissances et des données scientifiques supplémentaires ont été acquises dans la ZPM, ce qui a amélioré notre compréhension de la structure et de la fonction de l'écosystème. Cela comprend :
  - la biodiversité et l'écologie des poissons (côtiers et hauturiers);
  - l'écologie hivernale, y compris les évaluations des écosystèmes côtiers, les paramètres océanographiques de base sous la glace, ainsi que les informations sur l'épaisseur de la neige et de la glace, réalisées dans le cadre de projets communautaires;
  - les relations structurelles et fonctionnelles de l'écosystème pour les systèmes côtiers et hauturiers de la zone (par exemple, une meilleure compréhension des voies trophiques (réseau trophique));
  - l'occurrence et le calendrier des espèces potentiellement colonisatrices, et la première observation dans la ZPMAN du saumon du Pacifique en 2019;
  - des données continues sur la récolte à long terme de l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*) dans la baie Darnley;
  - la présence/l'absence, la localisation et la composition de groupes de bélugas (*Delphinapterus leucas*), de phoques annelés (*Pusa hispida*) et de phoques barbus (*Erignathus barbatus*) et à quel moment.
- Deux types de collecte de données sont nécessaires :
  1. Données fondamentales : Il existe un certain nombre de lacunes dans les principales données fondamentales, ce qui entrave la surveillance de la structure et de la fonction

des écosystèmes et limite notre compréhension des conditions de base par rapport auxquelles le changement peut être évalué et en ce qui concerne les indicateurs essentiels (par exemple, la répartition de l'habitat benthique). Ces données manquantes comprennent la bathymétrie, les courants océaniques, les liens et les influences entre les processus côtiers et hauturiers, la productivité marine près du cap Parry, l'alimentation des niveaux trophiques supérieurs, la dynamique des populations d'espèces clés et les rôles que tous ces éléments jouent dans l'atteinte des objectifs de conservation.

2. Données de base : Les données de base sont essentielles pour faire des évaluations éclairées de la conception spatiale (c'est-à-dire les emplacements des échantillons) et temporelle (c'est-à-dire les variations saisonnières et le calendrier), ainsi que de la fréquence (c'est-à-dire la répétition, la collecte annuelle) de l'échantillonnage pour étayer une surveillance efficace. Des ensembles de données à plus long terme (c'est-à-dire obtenues par la surveillance) sont également nécessaires pour identifier les changements par rapport à la variabilité sous-jacente (conditions de base).
- Les indicateurs ont été classés en trois catégories : 1) les indicateurs qui fournissent un contexte environnemental de base; 2) les indicateurs de l'intégrité biologique et du réseau alimentaire; 3) les indicateurs des facteurs de stress et des menaces.
  - Afin d'étayer les mesures de gestion et d'atténuation, la surveillance doit identifier comment un indicateur a changé et pourquoi ce changement s'est produit. Pour ce faire, il faut identifier et surveiller une série d'indicateurs liés à la structure et à la fonction d'un écosystème, et mettre à l'essai et réviser régulièrement les hypothèses de surveillance.
  - Un processus de validation et d'établissement de rapports doit être intégré dans un plan de surveillance afin de garantir que les indicateurs sélectionnés fournissent des informations pertinentes pour les objectifs de conservation. Un examen et une révision réguliers de ces indicateurs sont nécessaires au fur et à mesure que de nouvelles connaissances sont acquises dans le système ou dans le cas où une nouvelle activité anthropique est introduite dans la zone (par exemple, l'exploitation minière et les infrastructures et la navigation connexes). La surveillance et l'évaluation continue de l'écosystème en ce qui concerne les objectifs de conservation doivent donc être adaptatifs pour répondre aux besoins émergents et aux défis existants et nouveaux.
  - Les déterminants importants de l'intégrité de l'écosystème comprennent la liste suivante de types d'indicateurs basés sur la nécessité de comprendre la structure de l'écosystème (c.-à-d., préparer le terrain), de différencier la variabilité naturelle du système des changements et de développer des paramètres efficaces pour détecter les changements dans le système et les impacts potentiels des facteurs de stress (c.-à-d., conséquences fonctionnelles) :
    - les paramètres océanographiques (par exemple, les profils de température et de salinité, les courants);
    - l'abondance et la composition des producteurs primaires;
    - la cartographie de la bathymétrie et de l'habitat benthique;
    - le moment de la congélation et de la rupture de la glace de mer et les mesures de la neige;
    - les liens trophiques (c'est-à-dire les études sur le régime alimentaire) et la qualité et la quantité du transfert d'énergie entre les niveaux trophiques (par exemple, les aliments en tant que voies énergétiques) (c'est-à-dire les études sur le régime alimentaire);
    - la présence d'espèces et les liens avec l'utilisation de l'habitat (par exemple, rôles trophiques et productivités du biote fourrager potentiel pour les espèces valorisées).

- Les paramètres océanographiques de base et les concentrations de nutriments ont été reconnus comme étant à la base de la plupart des autres indicateurs. Les paramètres océanographiques les plus importants à mesurer étaient la température, la salinité, la fluorescence et les profils d'oxygène; les nutriments, la composition chimique des carbonates, la clarté/turbidité de l'eau/le rayonnement photosynthétiquement actif (RPA), le fractionnement des isotopes de l'oxygène (pour détecter l'apport fluvial par rapport à la fonte de la glace de mer), les courants et les mouvements de l'eau (p. ex., stratification, mélange), les informations auxiliaires (p. ex., facteurs atmosphériques), les sons de fond (p. ex., anthropogéniques ou naturels, comme pendant les tempêtes); et les paysages isotopiques (p. ex., pour évaluer le mouvement des matériaux apportés par l'érosion côtière et les apports d'eau douce).
- Un grand nombre des paramètres et des indicateurs qui ont été identifiés sont associés à des stratégies et à des protocoles qui peuvent être mis en œuvre à l'aide d'une approche communautaire.
- Un plan de surveillance pour la ZPMAN qui intègre les connaissances scientifiques et autochtones doit également tenir compte de la surveillance antérieure et en cours dans la zone, s'appuyer sur les politiques et les orientations déjà en place et se concentrer sur les priorités de la communauté.

## RENSEIGNEMENTS DE BASE

La *Loi sur les océans* du Canada (1997) autorise Pêches et Océans Canada (MPO) à accroître la protection des zones et des côtes des océans qui sont importantes sur le plan biologique et écologique en concevant des zones de protection marine (ZPM). Le Secteur des sciences du MPO fournit des avis à l'appui de la gestion et de la surveillance de ces ZPM. Dans le cadre des étapes initiales de l'établissement des ZPM au Canada, les zones d'intérêt sont d'abord identifiées et évaluées. Le Secteur des sciences du MPO a fourni des avis sur les objectifs de conservation (OC) potentiels pour la zone d'intérêt Anguniaqvia niqiqyuam (ZIAN; DFO 2011), sur l'identification des facteurs de stress, des impacts et des séquences des effets (MPO 2014) et également sur l'identification des indicateurs, des protocoles et des stratégies de surveillance pour les OC (MPO 2015). La ZIAN a été désignée comme une ZPM en octobre 2016 avec un élargissement des limites initiales de la zone d'intérêt (ZI) pour inclure également une zone au sud de la pointe Ugyuk (Figure 1) et l'ajout d'un OC fondé sur les connaissances autochtones. Un élément clé de la gestion de la ZPMAN est l'élaboration conjointe d'un plan de surveillance par le MPO (Planification et conservation marines) et le groupe de travail sur la ZPMAN. Ce plan de surveillance élaboré conjointement portera en fin de compte sur plusieurs thèmes (par exemple, social, économique, culturel, écologique) alignés sur les OC de la ZPM. Les objectifs de conservation de la ZPMAN sont les suivants :

1. Maintenir l'intégrité de l'environnement marin situé au large du refuge d'oiseaux migrateurs du cap Parry afin que celui-ci soit productif et permette l'alimentation d'espèces de niveau trophique plus élevé.
2. Préserver l'habitat pour soutenir les populations des espèces clés (telles que le béluga, l'omble chevalier, le phoque annelé et le phoque barbu).

Le groupe de travail sur la ZPMAN a également fourni des priorités de surveillance dans le cadre d'un processus distinct, à titre d'information complémentaire pour l'élaboration de cet avis scientifique. Les priorités en matière de surveillance ont été regroupées par thèmes, notamment la récolte de subsistance, les activités en mer, les activités près des côtes, les événements

inhabituels et les pressions/menaces. Une liste complète des priorités du groupe de travail sur la ZPMAN est disponible dans Ehrman *et al.* (2022), Annexe A.

En plus des priorités de surveillance identifiées par le groupe de travail sur la ZPMAN, d'importantes recherches et collectes de données de base ont eu lieu dans la région et pourraient contribuer à notre compréhension et à notre évaluation des indicateurs cernés (voir Ehrman *et al.* 2022). Sur cette base, Planification et conservation marines du MPO a demandé un avis scientifique sur les thèmes écologiques identifiés dans l'ébauche du plan de surveillance élaboré par le groupe de travail sur la ZPMAN afin d'éclairer l'élaboration du plan de surveillance de la ZPMAN.

## ÉVALUATION

Ce processus d'examen du SCAS est fondé sur l'avis d'experts et les connaissances scientifiques disponibles pour la région. Le rapport et les avis se concentrent en grande partie sur la science occidentale disponible; cependant, il est reconnu que ces informations sont destinées à soutenir l'élaboration conjointe du plan de surveillance de la ZPMAN et seront complétées par des avis et des renseignements fondés sur les valeurs, les objectifs et les connaissances autochtones de la communauté dans le cadre d'un processus décisionnel collaboratif. Pour qu'un plan de surveillance puisse être mis en œuvre avec succès, il est nécessaire d'apporter des connaissances dans tous les domaines, de la simple observation à la compréhension globale.

La portée de cet examen s'est généralement concentrée sur la ZMP (Figure 1) et ses deux objectifs de conservation. Elle a tenu compte des paramètres biotiques et environnementaux qui existent principalement à l'intérieur des limites de la ZPM (p. ex. le varech, la diversité des poissons côtiers) et des paramètres qui existent à l'extérieur de la ZPM et qui ont une incidence sur les espèces valorisées (p. ex. l'omble chevalier [*Salvelinus alpinus*], population source de la rivière Hornaday). S'appuyant sur des avis scientifiques antérieurs fournis pour la ZIAN (MPO 2014, 2015), la portée géographique de cet examen a été élargie pour inclure les parties sud de la ZPMAN et les régions extracôtières qui ne font pas partie de la ZPMAN mais qui peuvent être essentielles à l'atteinte des objectifs de conservation. Comme les pressions et les menaces ont été identifiées comme une priorité de surveillance par le groupe de travail sur la ZPMAN, cet avis englobe également les indicateurs liés aux pressions et aux menaces, et s'appuie donc sur les avis précédents sur les facteurs de stress, les impacts et les séquences des effets (MPO 2015). En plus de comprendre ce qui a changé dans la ZMP, il sera important de comprendre les relations de cause à effet afin de déterminer les stratégies/mesures d'atténuation potentielles de gestion. Par conséquent, la portée de ce travail a été élargie pour cerner les indicateurs qui sont à l'origine du changement ou qui aideront à expliquer les causes et les effets dans la ZMP, et les impacts qui en résultent pour les priorités de conservation.

Bien que la ZPM englobe la plupart des côtes orientales et septentrionales de la péninsule de Parry, de l'intérieur de la baie Darnley au sud jusqu'au golfe d'Amundsen au nord, le système global de surveillance de la ZPM compte quatre composantes géographiques :

1. la ZPMAN elle-même (qui comprend au moins trois zones distinctes et passe d'eaux plus chaudes et moins salines et de substrats sableux au sud à des eaux plus froides, plus salines et à des substrats rocheux au nord);
2. la ligne côtière (qui comprend les marges sud et est et les zones adjacentes d'eau douce ou terrestres, y compris la rivière Hornaday);
3. la zone extracôtière de la baie Darnley;

4. la zone extracôtière située à l'extérieur de la ZPMAN et de la baie Darnley (qui comprend le golfe d'Amundsen et la baie Franklin).

En raison des différences géographiques à l'intérieur de la ZPM et entre les quatre composantes géographiques du système global, il existe différentes stratégies de surveillance qui s'appliquent davantage à différents endroits et types d'écosystèmes (p. ex. marin côtier, marin hauturier, eau douce ou terrestre). Cependant, malgré ces différences, la nécessité de disposer de données de base reste un thème commun à toutes les zones. La région dispose de peu de données scientifiques et pourtant les données de base sont essentielles pour tous les programmes de surveillance, car elles constituent les ensembles de données clés qui sont utilisés pour rendre compte de l'état des indicateurs et, en fin de compte, des décisions associées aux stratégies de surveillance. Les renseignements de base aident également à choisir le lieu et la fréquence d'échantillonnage (y compris temporels et saisonniers) et contribuent à l'élaboration des hypothèses qui sous-tendent les questions de surveillance.

Deux types de collecte de données sont nécessaires :

1. les **données de base** fournissent une base solide pour comprendre l'état actuel de l'habitat/environnement (p. ex. bathymétrie, cartographie de l'habitat benthique) et appuie les décisions sur la conception de la surveillance des indicateurs (p. ex. transects, emplacements témoins). Cette collecte de données nécessite un effort important au début, mais avec des intervalles de surveillance plus longs (par exemple, tous les 10 ans);
2. les **données de base** sont utilisées dans la surveillance pour détecter les changements et faire la distinction entre la variabilité naturelle et une tendance réelle. Ces collectes de données sont requises sur une plus longue période et à une fréquence plus régulière (par exemple, tous les ans, tous les deux ans).

### Cadre de surveillance

Les termes de référence de cette réunion comprenaient l'objectif d'élaborer un cadre de surveillance qui intègre les connaissances scientifiques et autochtones en utilisant la ZPMAN comme étude de cas. Un document de travail a été élaboré et discuté lors de cette réunion d'examen par les pairs, mais n'a finalement pas été adopté. Les auteurs ont été encouragés à réviser le document de travail en fonction des commentaires reçus et des discussions de la réunion et à chercher à le publier en dehors de ce processus du SCAS (MPO 2021).

Les avis, issus de ces discussions, ont souligné l'importance de :

- fournir une représentation égale des connaissances scientifiques et autochtones;
- définir un processus de consultation avec les partenaires de cogestion, les groupes autochtones et les membres de la communauté qui reconnaît les contributions passées aux programmes de surveillance ainsi que les perspectives locales concernant un cadre de surveillance;
- reconnaître le mouvement vers une surveillance dirigée par les Autochtones dans la région;
- tenir compte de la surveillance antérieure et en cours dans la région;
- s'appuyer sur les politiques et les orientations déjà en place.

Il est également important de reconnaître qu'un certain nombre de projets et de programmes ont été appliqués dans l'Arctique, et qu'ils peuvent être utilisés pour étayer les approches des cadres de surveillance conçus conjointement et dirigés par les communautés dans l'avenir. L'évolution vers une surveillance dirigée par les Autochtones comprend la représentation égale

de la science et du savoir autochtone; il est important de souligner que l'égalité des sources d'information est également requise dans un cadre de surveillance, en particulier dans un contexte de cogestion.

En outre, il a été reconnu qu'il existe de multiples approches pour développer et acquérir des données et des informations pour les exigences de gestion et de surveillance (par exemple, basé sur la communauté, dirigé par la communauté, basé sur la science), et le besoin qui en découle de définir ces termes afin d'améliorer la clarté et la compréhension parmi les scientifiques, les parties prenantes et les titulaires de droits.

### **Critères actualisés pour un plan de surveillance efficace**

Les critères utilisés pour évaluer un indicateur et un plan de surveillance efficaces issus de la réunion du MPO (2015) ont été revus et mis à jour. Les critères relatifs à un indicateur efficace restent inchangés, tandis que les critères relatifs à un plan de surveillance efficace ont été mis à jour pour plus de clarté.

Pour évaluer avec succès si les objectifs de conservation de la ZPMAN sont atteints, le plan de surveillance devrait :

1. permettre de faire la distinction entre les changements d'origine anthropique et les variations environnementales (c'est-à-dire avoir un rapport signal/bruit élevé), de manière à pouvoir reconnaître la complexité du système et être sensible à la saisonnalité;
2. être normalisé, à long terme et suivre des protocoles spécifiques établis qui sont adaptables plutôt que statiques (par exemple, les hypothèses doivent être revues régulièrement pour intégrer les nouvelles constatations), en reconnaissant que les changements de protocoles/technologies doivent être mis en œuvre avec un chevauchement entre les méthodes pour assurer la comparabilité et un document cumulatif;
3. être fondé sur une question ou une hypothèse associée à des prédictions/attentes à toutes les étapes du programme de surveillance, afin d'obtenir des résultats significatifs de la collecte de données;
4. être évalué selon un calendrier de rapports réguliers;
5. prévoir l'analyse des données, la diffusion des résultats aux communautés locales et scientifiques et l'archivage des données et des résultats de façon uniformisée;
6. être dirigé par la communauté et coordonné entre les groupes de cogestion, le gouvernement et les partenaires scientifiques.

Afin de fournir des conseils pertinents et efficaces pour la gestion future des ZMP, les principaux besoins scientifiques comprennent l'existence de protocoles de surveillance et d'un plan permettant de différencier une tendance (changement de direction) des variations naturelles. Ainsi, l'identification des espèces clés, de leur rôle dans l'écosystème et des processus qui relient les facteurs de stress et leurs effets, sont des étapes critiques à partir desquelles des stratégies de gestion efficaces peuvent être élaborées.

### **Indicateurs de suivi écologique**

Les indicateurs de suivi écologique ont été organisés en trois catégories afin de saisir les données nécessaires pour établir un lien entre les changements potentiels des animaux valorisés du niveau trophique supérieur et de leur écosystème et les facteurs de changement. Ces catégories sont : 1) les indicateurs qui fournissent le contexte environnemental de base; 2)

les indicateurs de l'intégrité biologique et de la chaîne alimentaire; et 3) les indicateurs des pressions et des menaces. Ce « concept d'indicateur à trois niveaux » est résumé dans la Figure 2, et expliqué plus en détail dans Ehrman *et al.* (2022).

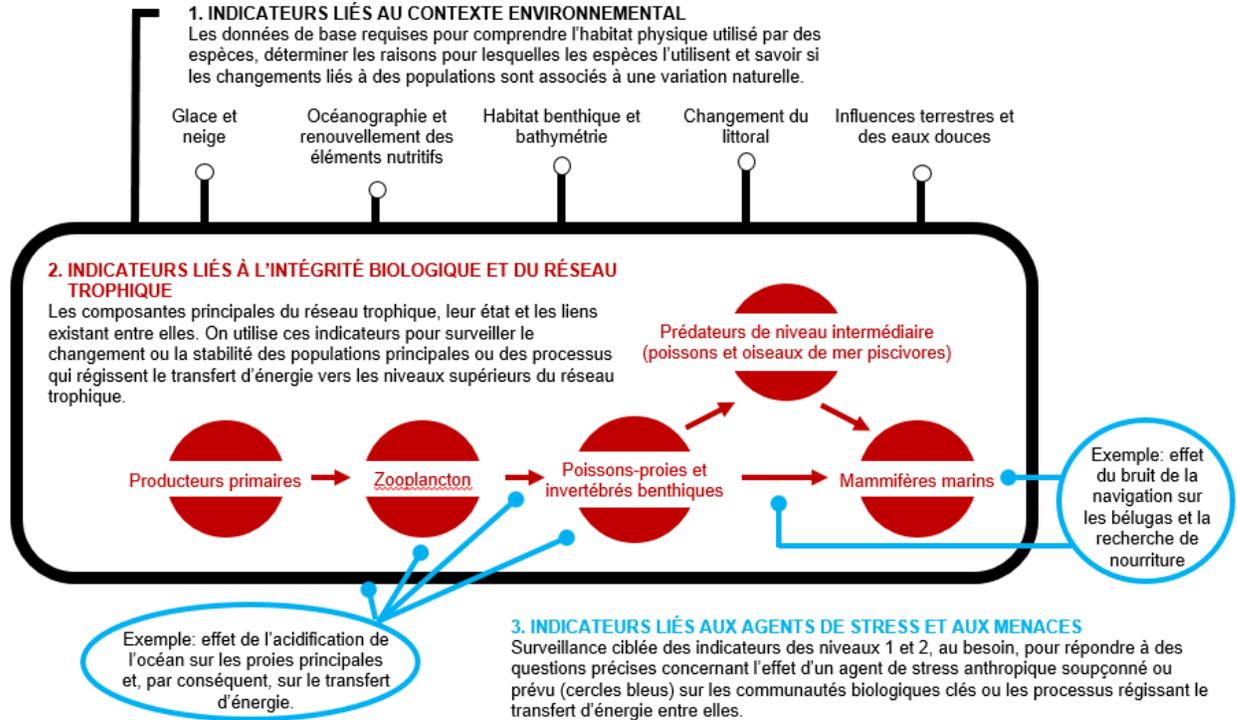


Figure 2. Schéma du concept des trois niveaux sur lequel reposent les indicateurs recommandés. 1. Les indicateurs liés au contexte environnemental sont les données de base sur lesquelles repose l'approche de surveillance axée sur l'écosystème. Ils sont nécessaires pour établir un lien entre des tendances observées chez des espèces et une variation environnementale naturelle ou des facteurs anthropiques. Ces indicateurs décrivent les paramètres de l'habitat (rectangle noir) utilisé par les communautés biologiques (cercles rouges). 2. Les indicateurs liés à l'intégrité biologique et du réseau trophique sont au cœur du programme de surveillance. Ils permettent de surveiller directement le changement au sein des communautés biologiques et des espèces clés qui forment chaque groupe important du réseau trophique (cercles rouges) ainsi que les processus qui régissent le transfert d'énergie vers les niveaux trophiques supérieurs (flèches). Il convient de noter que ce ne sont pas toutes les composantes du réseau trophique qui sont illustrées. 3. Les indicateurs liés aux agents de stress et aux menaces sont des indicateurs modulables que l'on superpose aux indicateurs des niveaux 1 et 2. On peut en supprimer ou en ajouter pour orienter la surveillance ciblée des effets qu'un agent de stress ou une menace en particulier (cercles bleus) a sur des espèces (cercles rouges), leur habitat (rectangle noir) ou les processus qui régissent le transfert d'énergie (flèches rouges).

Pour chaque indicateur, les éléments suivants ont été pris en considération : 1) l'identification des changements hypothétiques de l'écosystème que l'indicateur est censé saisir; 2) la pertinence des OC de la ZPMAN; 3) les principales stratégies de surveillance recommandées; et 4) les priorités du groupe de travail sur la ZPMAN auxquelles l'indicateur donne suite (voir Annexe 1). Pour plus d'information sur la pertinence de chaque paramètre pour la surveillance des OC, la fréquence des mesures et d'autres considérations, voir l'Annexe C dans Ehrman *et al.* (2022).

Les premières discussions au cours de la réunion ont porté sur l'élaboration d'outils et de stratégies pour la collecte de données de surveillance pour chaque indicateur au niveau communautaire; toutefois, il convient d'approfondir cette question et de s'appuyer sur les programmes communautaires, les cadres de surveillance et les politiques déjà en place qui sont une réussite.

### Indicateurs qui fournissent un contexte environnemental

#### *Paramètres océanographiques de base et concentrations de nutriments*

Les principaux paramètres de mesure de cet indicateur sont les suivants :

1. les profils de température et de salinité (variation selon la profondeur);
2. les concentrations d'oxygène dissous;
3. les nutriments : nitrate, phosphate, acide silicique;
4. le carbone inorganique dissous (CID) et l'alcalinité totale (indicateur d'acidification);
5. la turbidité (clarté de l'eau);
6. les rapports d'isotopes stables de l'oxygène ( $\delta^{18}O$ ) [pour détecter l'apport des rivières par rapport à la fonte de la glace de mer];
7. les vitesses des courants et la dérive de la glace de mer (par exemple, la stratification, le mélange, les modèles de circulation);
8. les profils de rayonnement photosynthétiquement actif (RPA) [quantité de lumière disponible pour la production primaire]; et,
9. les profils de bruit sous-marin (p. ex. bruits anthropiques ou naturels comme pendant les tempêtes).

Cet indicateur est à la base de l'habitat physique, de tous les processus biologiques et du cadre de vie de toute la vie marine; il est fondamental pour tous les autres indicateurs et entretient des liens étroits avec eux. L'information sur cet indicateur est essentielle pour interpréter les changements biologiques dans le système. La surveillance des paramètres clés de l'océanographie physique et des concentrations de nutriments est fortement recommandée comme partie intégrante de tout programme de surveillance des écosystèmes marins.

Plusieurs lacunes dans les données ont été identifiées pour cet indicateur. La compréhension de l'interaction entre la baie Darnley et l'écosystème marin dans son ensemble est limitée. De même, les données concernant les paramètres océanographiques dans la baie Darnley sont limitées, et les effets du débit de la rivière Hornaday sur les principaux indicateurs (par exemple, la lumière et la disponibilité des nutriments) sont également inconnus. Il est également important de comprendre la source des nutriments, qui peut varier selon la saison ou le lieu, ainsi que la production primaire, les changements dans les propriétés physiques (par exemple, la température et la salinité), ou la façon dont les événements (par exemple, les tempêtes, les vents, la remontée d'eau) peuvent avoir un impact sur l'océanographie, car tous ces éléments sont liés aux habitats océanographiques et les influenceront. La circulation de l'eau dans la baie Darnley a été identifiée comme une importante lacune dans les données, car il est nécessaire de comprendre les modèles de circulation de l'eau qui fournissent et distribuent les nutriments, l'eau douce et les sédiments pour comprendre les processus physiques qui soutiennent la production et la capacité écologiques dans la ZPMAN. On a toujours besoin de données sur la bathymétrie de la baie Darnley (voir Répartition des habitats benthiques ci-dessous). Il est également important de mesurer et d'inclure les facteurs atmosphériques (par exemple, les

précipitations, la température de l'air, la vitesse du vent), compte tenu de l'influence de ces paramètres sur les processus océanographiques.

Les données océanographiques peuvent consister en des mesures sporadiques et en une surveillance à long terme des paramètres. Une considération essentielle est la résolution temporelle et spatiale des sites d'échantillonnage, car ce modèle d'échantillonnage sera essentiel pour déterminer comment, quand, où et à quelle fréquence effectuer la surveillance. Plusieurs instruments peuvent être utilisés pour collecter ces données, notamment des satellites, des instruments fixés à des amarres ou déployés séparément, et des drones. Ces collectes de données peuvent ensuite être utilisées pour soutenir des modèles qui permettent d'interpoler des points de données éparses. La force et l'applicabilité du modèle dépendent toutefois fortement de la qualité et de la quantité de données disponibles. Des modèles biophysiques pourraient être élaborés pour la baie Darnley avec des données éparses, et ces modèles pourraient estimer les conditions chimiques et physiques de l'habitat qui existent entre les observations. Les modèles pourraient également être utilisés pour prédire les effets des facteurs physiques (par exemple, les tempêtes, les changements de régime des vents, la fonte tardive ou précoce de la glace) sur le système. Cette information pourrait ensuite être interprétée pour prédire les conséquences sur les animaux des niveaux trophiques supérieurs. La bathymétrie a été identifiée comme un élément important pour la mise au point de modèles de circulation exacts.

Les amarrages, les projets communautaires et les programmes extracôtiers peuvent contribuer aux données océanographiques. Les vitesses de courant, qui aident à déterminer les schémas de circulation, peuvent être mesurées à l'aide de profileurs de courant à effet Doppler (ADCP) installés sur un amarrage. Les programmes communautaires existants pourraient également être élargis afin de surveiller les principales propriétés des océans et les concentrations de nutriments (par exemple, [SmartICE](#), Canadian Rangers Ocean Watch [CROW], [Arctic Coast](#)). En effet, bon nombre des paramètres océanographiques qu'il est recommandé de surveiller peuvent être mesurés à l'aide d'une sonde de conductivité, température et profondeur (CTP) équipée des capteurs nécessaires. La collecte d'échantillons d'eau pour mesurer les concentrations de nutriments et certains paramètres océanographiques est possible dans le cadre d'un programme communautaire avec une formation et un équipement appropriés. Des programmes de recherche en mer pourraient être établis, élaborés ou engagés pour mesurer les processus physiques à grande échelle qui peuvent contribuer aux variations annuelles et aux changements observés dans la baie Darnley. Comme ces programmes basés sur des navires fonctionnent souvent en collaboration pour atteindre des objectifs multiples, ils sont dotés de l'expertise scientifique et de l'équipement nécessaires à l'échantillonnage océanographique et des nutriments en mer.

*Structures de la glace, épaisseur de la neige et de la glace, moment de la débâcle/de l'englacement.*

Les principaux paramètres de mesure de cet indicateur sont les suivants :

1. le moment du retrait des glaces (pour la banquise côtière), du dégagement des glaces (pour la banquise) et de la formation de la glace;
2. l'épaisseur de la neige.

La neige et la glace influencent les habitats des espèces arctiques et les processus clés de l'Arctique (par exemple, le moment, la distribution et l'ampleur de la production primaire, qui a des effets en cascade sur les niveaux trophiques supérieurs). La glace et les structures de glace constituent un habitat pour des espèces clés, notamment l'ours polaire, tandis que les

chenaux de glace sont essentiels pour les mammifères marins et les oiseaux. La neige est aussi importante d'un point de vue écologique que la glace. La neige agit comme une couverture isolante sur la glace, modérant l'échange de chaleur entre la glace et l'atmosphère, de sorte que l'épaisseur de la glace est mieux maintenue pendant la saison et que la fonte de la glace est retardée au printemps sous la neige. La neige est également importante pour les espèces clés; par exemple, la neige combinée à la formation de crêtes constitue un habitat pour les phoques annelés. L'épaisseur de la neige est inversement proportionnelle à la disponibilité de la lumière, qui est essentielle à la production primaire. L'amincissement de la neige et de la glace au printemps peut être un signe du début de stades spécifiques du cycle biologique du zooplancton, des poissons et des mammifères marins. La durée totale de la saison sans glace détermine la disponibilité de la nourriture en eau libre pour les animaux de niveau trophique supérieur et la période de production primaire en eau libre.

Plusieurs lacunes dans les données ont été cernées. Il a été reconnu qu'il y a peu d'information concernant la glace dans la baie Darnley, bien que plus d'information soit disponible pour la partie nord de la ZPM (p. ex., le cap Parry). De plus, bien que des informations sur les glaces panarctiques soient disponibles, elles peuvent être trompeuses pour la ZPM, et la dynamique des glaces de mer et les modèles de mouvement des glaces sont trop simplifiés. Par conséquent, l'information sur les effets de la glace sur les zones côtières, y compris l'interaction entre le rivage et la glace de mer, ainsi que les données sur la glace pour les échancrures côtières dans la ZPM, ont été identifiées comme des données manquantes. L'évaluation des effets de la glace sur la zone côtière serait difficile et nécessite une étude spécifique.

Il est nécessaire d'étudier différents endroits afin de déterminer le moment et l'importance écologique de la débâcle et de l'englacement, d'autant plus que le moment de l'englacement et de la débâcle sont différentes du nord au sud de la ZPM. Une première étape essentielle consiste toutefois à définir la débâcle et l'englacement (par exemple, 50 % de glace restant pendant au moins 24 heures), qui peuvent différer selon l'espèce ou le processus surveillé. La débâcle et l'englacement peuvent également être influencés par la variation des quantités d'eau douce apportées, un domaine suggéré pour une étude plus approfondie. De même, l'impact de l'eau douce sur le fond marin est inconnu, tout comme la présence potentielle de banquise côtière de fond. Les structures et l'épaisseur de la glace ont été identifiées comme étant associées à un manque de données pour la baie Darnley, en particulier parce qu'elles influencent les déplacements en hiver. L'imagerie radar est nécessaire pour identifier les crêtes, les chenaux, les fragments de glace et autres structures, et aucune imagerie radar n'est actuellement disponible pour la ZPM.

Il pourrait y avoir une occasion de relier les programmes communautaires existants pour surveiller les paramètres de la neige et de la glace dans la ZPM. Les cartes des glaces peuvent être utilisées pour calculer la débâcle et l'englacement, une méthode qui peut être élaborée dans une approche communautaire pour renforcer les capacités. À l'aide de cartes des glaces, on pourrait également établir une base de référence du type et de la concentration des glaces, et analyser les tendances de façon rétrospective. La débâcle peut également être facilement identifiée à partir des enregistreurs de bruits sous-marins, dans les endroits où ceux-ci sont déployés. Les données relatives à l'épaisseur de la neige pourraient être recueillies à l'aide d'une règle à partir d'un simple transect, dans le cadre d'une approche communautaire. Les considérations d'échelle géographique et temporelle sont toutefois importantes lors de l'échantillonnage, car il a été reconnu qu'il est utile de prendre un ensemble de points de données uniques dans un espace plus large sur une période de temps plus courte, ainsi que de prendre une série de points de données répétés en moins d'endroits sur une période plus longue. Le choix de l'approche la plus appropriée dépend des hypothèses à mettre à l'essai.

*Répartition des habitats benthiques*

Les principaux paramètres de mesure de cet indicateur sont les suivants :

1. bathymétrie;
2. composition des sédiments et cartographie des habitats benthiques;
3. approximations de l'apport de nourriture benthique (p. ex. teneur en matière organique, pigments benthiques et rapports d'isotopes stables ( $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ), isoprénoïdes très ramifiés (HBI), composition en acides gras des sédiments);
4. des échantillons de sédiments en vrac « supplémentaires » (pour les menaces/contaminants futurs imprévus).

L'information bathymétrique, qui comprend la géomorphologie et les perturbations, est nécessaire pour interpréter et comprendre les processus océanographiques dans la zone. Ces données sont également liées aux types d'habitats benthiques et à leur répartition, car elles fournissent des renseignements sur les paramètres nécessaires au maintien des communautés benthiques. Il a été reconnu qu'un exercice complet de cartographie des habitats benthiques dans l'ensemble de la ZPM n'est pas nécessaire et qu'une approche basée sur des transects pourrait être suffisante. Lier la pertinence de la cartographie des habitats aux espèces incluses dans les OC peut aider à identifier les zones critiques. La surveillance de la composition des sédiments pour les approximations de l'apport de nourriture des invertébrés benthiques permet d'établir un lien avec la répartition des espèces benthiques, les points chauds de la biomasse et de la diversité, la quantité et le type de production primaire et les processus océanographiques, qui influencent tous la disponibilité de la nourriture et les comportements de recherche de nourriture des mammifères marins, des poissons et des oiseaux de mer du niveau trophique supérieur.

Plusieurs lacunes dans les données ont été cernées. Les lieux et habitats clés de la ZMP doivent être identifiés, étudiés afin de mieux comprendre leur pertinence pour les OC, puis surveillés pour évaluer les tendances en matière de changement (ou de stabilité). Bien que les macroalgues aient été reconnues comme une caractéristique importante pour la cartographie des habitats benthiques, elles ne sont pas entièrement documentées dans la région. La bathymétrie et la structure du littoral ont également été identifiées comme des données manquantes, et les caractéristiques de la ligne de rivage adjacente ont été identifiées comme une approximation potentielle de l'habitat benthique, bien qu'une vérification soit nécessaire. Par exemple, le substrat rocheux qui s'étend vers l'extérieur fournit un habitat pour les écosystèmes de forêts de varechs et, puisque l'habitat à substrat rocheux est relativement stable, cela implique que l'écosystème lui-même peut être relativement stable (d'où une périodicité plus longue pour la surveillance). D'autre part, des moraines étendues maintenues ensemble par le pergélisol impliquent des habitats côtiers adjacents boueux non consolidés avec des périodes plus courtes au cours desquelles des changements pourraient se produire. Une approche ciblée, axée sur les zones soumises à une érosion extrême, pourrait fournir des informations essentielles sur les fonds marins dans un contexte de changement rapide (voir la section Changements côtiers). Les zones où l'influence de l'eau douce est importante auront des communautés différentes.

Une fois que les lacunes dans les données fondamentales ont été comblées, ces renseignements peuvent alors être utilisés pour éclairer le suivi (p. ex. choix du paramètre, emplacement, fréquence, liens avec d'autres indicateurs). La répartition des habitats benthiques peut être cartographiée et suivie à l'aide de véhicule sous-marin téléguidé (VTG) dans la zone littorale, ce qui a été fait dans le cadre d'une approche communautaire pour la ZPM, avec la

fourniture de l'équipement et de la formation. Il a été déterminé que les drones équipés d'échosondeurs et de systèmes GPS étaient une option envisageable pour enregistrer la bathymétrie. Un lidar bathymétrique peut également fournir des données sur l'habitat benthique jusqu'à 10 m de profondeur, mais l'état de la mer et la turbidité ont des répercussions sur son fonctionnement. Un système d'interférométrie/altimétrie par satellite peut également cartographier la bathymétrie, et n'aurait besoin que d'un passage, mais il est limité par les changements de l'état de la mer. Les données disponibles auprès du Service hydrographique du Canada (SHC) qui ont été utilisées pour évaluer la profondeur peuvent également servir pour commencer à comprendre les différents types d'habitats benthiques. Les données sur les paramètres océanographiques au fond de la mer (p. ex. la température, la salinité) sont également précieuses et contribueraient à la compréhension des habitats benthiques.

#### *Changements côtiers*

Les principaux paramètres de mesure de cet indicateur sont les suivants :

1. référence historique de la position côtière;
2. relevés aériens par drone de la position côtière;
3. installation d'un observatoire côtier.

Les changements côtiers dans l'Arctique canadien contribuent à l'augmentation de la sédimentation, à la modification ou à la destruction de l'habitat littoral et à la possibilité d'effets biogéochimiques liés à la modification de la chimie de l'océan par des apports terrestres. L'érosion côtière croissante due aux changements climatiques, associée aux courants dans la baie Darnley, pourrait avoir des effets simultanés sur la fonction générale de l'écosystème (p. ex. la productivité primaire) et sur des habitats sensibles précis (p. ex. les forêts de varech). La géologie de surface associée au littoral et à la zone proche du littoral relie les écosystèmes terrestres et littoraux.

Plusieurs lacunes dans les données ont été cernées. Les données sur l'érosion côtière manquent pour cette ZPM, y compris celles concernant l'influence potentielle des sédiments sur la production primaire par l'intermédiaire de changements dans la disponibilité de la lumière et des nutriments. Bien qu'il y ait quelques données disponibles pour déterminer la sensibilité des côtes et le type de substrat, on manque de données sur la situation de départ, et il n'y a pas de données disponibles pour évaluer la vitesse des changements côtiers dans l'ensemble de la ZPM. Des photos satellites peuvent également constituer une source d'information, mais il a été reconnu que des fonds sont nécessaires pour combler ce manque de données. Des données de base sur l'élévation, l'ampleur du relèvement isostatique dans la région, le potentiel d'inondation lié à l'enfoncement des terres et l'effet sur les flux d'eau douce sont autant de données manquantes. L'évaluation des effets biogéochimiques (p. ex. le carbone) n'a pas été faite dans la baie Darnley, mais, plus largement, la compréhension des effets terrestres sur la chimie des océans représente également une lacune.

L'installation d'un observatoire côtier automatisé pour mesurer ces paramètres et contribuer aux analyses de suivi serait utile à Paulatuk (T.-N.-O.), car il n'y en a pas actuellement entre Tuktoyaktuk (T.-N.-O.) Cambridge Bay (Nt), et son coût serait relativement faible.

#### *Apports d'eau douce et liens terrestres*

Les principaux paramètres de mesure de cet indicateur sont les suivants :

1. les rapports d'isotopes stables de l'oxygène ( $\delta^{18}O$ ) [pour détecter l'apport des rivières par rapport à la fonte de la glace de mer];

Région du Centre et de l'Arctique

---

2. les profils de température et de salinité (profondeur et étendue de l'eau douce et chaude);
3. les nutriments (nitrate, phosphate, acide silicique [nutriments d'origine terrestre]);
4. la turbidité (limpidité de l'eau; sédiments en suspension dans le débit des rivières);
5. les tendances des précipitations annuelles;
6. le débit mensuel de la rivière Hornaday;
7. les sédiments  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$  et le quotient C:N (matière organique décantée d'origine terrestre).

Les liens écologiques entre l'océan et la terre sont plus fortement maintenus par les rivières qui se déversent dans la baie Darnley. Les facteurs à prendre en compte sont le pergélisol et le transport de nutriments ou de contaminants dans l'écosystème par l'eau douce. La dégradation des sols, bien qu'également pertinente ici, est envisagée dans le cadre de la section relative aux changements côtiers.

L'évolution du débit fluvial liée aux changements climatiques (p. ex. le volume du débit fluvial) et du moment de la crue printanière aurait des conséquences sur la quantité et l'emplacement de l'habitat disponible pour les poissons marins anadromes, côtiers et hauturiers dans la ZPMAN ainsi que pour le zooplancton et les invertébrés benthiques qui tolèrent les eaux saumâtres. Les phénomènes de précipitations extrêmes peuvent accroître la connectivité entre les habitats marins et d'eau douce en raison des niveaux d'eau plus élevés. Il est important de comprendre les mécanismes par lesquels les apports d'eau douce et d'origine terrestre influent sur l'écosystème marin, ainsi que les mesures d'atténuation et d'adaptation possibles à ces changements.

Plusieurs lacunes dans les données ont été cernées. Bien que des données sur le débit d'eau douce soient disponibles pour la rivière Hornaday, aucune donnée sur le débit ou le niveau d'eau n'a été compilée pour la rivière Brock. Une meilleure compréhension de l'ampleur et de la variabilité de l'étendue des panaches d'eau douce provenant des rivières se déversant dans la baie Darnley serait nécessaire. Il serait bénéfique de comprendre les caractéristiques de ces panaches pour cerner la distribution des poissons euryhalins (à savoir ceux qui peuvent tolérer une large gamme de salinités), du zooplancton et des invertébrés benthiques dans le sud de la ZPMAN. De plus, un panache saumâtre flottant peut s'accumuler sous la glace pendant la crue printanière à l'intérieur de la baie Darnley, au sud de la pointe Ugyuk, mais l'étendue de ce panache demeure inconnue, tout comme la façon dont il se dissipe. La quantité, l'importance et la répartition spatiale des nutriments, de la matière organique et des sédiments d'origine terrestre dans la baie de Darnley n'ont pas non plus été étudiées. Cependant, ces éléments sont d'une importance secondaire pour déterminer le déplacement de l'eau douce en tant que telle.

Le déplacement de l'eau douce peut être suivi à l'aide de variables relatives à la qualité de l'eau mesurées dans le cadre d'un programme d'échantillonnage pour les paramètres océanographiques fondamentaux et les concentrations de nutriments (p. ex. la température, la salinité, les rapports d'isotopes stables de l'oxygène [ $\delta^{18}\text{O}$ ]). La mesure du  $\delta^{18}\text{O}$  à grande échelle spatiale peut être utilisée pour construire un « paysage des isotopes », qui peut être vu comme une carte des points chauds pour comprendre où se trouvent les différentes concentrations d'eau douce dans la baie Darnley. Les températures à la surface de la mer et la turbidité déduites des images satellitaires peuvent également donner un aperçu de la répartition et du mouvement des panaches d'eau douce. Il est possible d'évaluer les matières organiques d'origine terrestre qui se déposent hors du panache fluvial en mesurant la teneur en matières organiques des sédiments, les rapports d'isotopes stables et les rapports carbone-azote dans

les sédiments prélevés par un programme d'échantillonnage de l'habitat benthique. L'étendue spatiale des matières organiques et des nutriments d'origine terrestre suit généralement les régimes de circulation de l'eau. L'indicateur des apports d'eau douce et des liens terrestres représente donc un indicateur à « valeur ajoutée » qui peut être largement surveillé en s'appuyant sur les programmes sur le terrain et les données recueillies pour d'autres indicateurs de base (p. ex. les propriétés océanographiques fondamentales et les concentrations de nutriments, ainsi que la répartition des habitats benthiques).

### Indicateurs liés à l'intégrité biologique et du réseau trophique

Bien qu'il puisse être impossible de surveiller les abondances absolues des indicateurs trophiques, les abondances relatives des principaux groupes d'organismes peuvent fournir les renseignements nécessaires pour indiquer un changement (c.-à-d., les communautés ont été échantillonnées de la même manière, en utilisant le même engin, sur les mêmes périodes absolues ou écologiques chaque année).

#### *Liens trophiques et transfert d'énergie*

Les principaux paramètres de mesure de cet indicateur sont les suivants :

1. les estimations des liens alimentaires entre les espèces clés de cinq groupes trophiques primaires – producteurs primaires, zooplancton, invertébrés benthiques, poissons et mammifères marins (en utilisant les contenus stomacaux ou les rapports d'isotopes stables [ $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ], ou encore les compositions en acides gras ou les isoprénoïdes hautement ramifiés [HBI]);
2. les rapports d'isotopes stables ( $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ), les HBI, et les acides gras des producteurs primaires et des sédiments (pour établir la direction et l'ampleur du transfert trophique);
3. la teneur calorique des principales espèces de zooplancton, de poissons fourrage et de proies benthiques (la densité énergétique des proies).

La surveillance des liens trophiques et du transfert d'énergie (définie par Ehrman *et al.* 2022) peut fournir des renseignements pertinents sur plusieurs aspects des objectifs de conservation. Premièrement, elle peut répondre directement à la question de savoir si l'habitat de la ZPMAN est maintenu pour assurer l'alimentation des animaux de niveau trophique supérieur, en indiquant si des espèces clés se nourrissent de proies présentes dans la ZPMAN.

Deuxièmement, elle peut indiquer comment la disponibilité spatiale ou temporelle des proies contribue à attirer dans la ZPMAN des animaux de niveau trophique supérieur de différentes espèces et de différents sexes ou groupes d'âge, et comment elle influence l'utilisation de l'habitat dans la ZPMAN. Troisièmement, la surveillance peut lier la santé des prédateurs ou leur état physique aux changements de la composition en espèces, de l'abondance ou de la densité énergétique des proies. Il est recommandé de surveiller les liens trophiques et le transfert d'énergie dans quatre grands groupes du réseau trophique afin de « suivre » les effets de bas en haut ou de haut en bas, c'est-à-dire pour le zooplancton, les invertébrés benthiques, les poissons et les mammifères marins. L'accent est mis sur la structure des voies du réseau trophique et sur les flux d'énergie entre elles en tant qu'indicateurs clés pour le suivi de l'écosystème.

Plusieurs lacunes dans les données ont été cernées. Il existe peu de données sur la composition en espèces ou la disponibilité des proies de la baleine boréale (*Balaena mysticetus*) près de la ZPMAN. Le régime alimentaire de la grande majorité des poissons du littoral et du large est incertain, mais l'observation des changements dans le régime alimentaire des poissons en fonction de la saison, de l'emplacement et du temps fournirait des renseignements sur la variabilité naturelle des composants de l'écosystème au fil du temps. Les

analyses du régime alimentaire des poissons et des isotopes stables peuvent également aider à comprendre l'utilisation de l'habitat ou des zones d'alimentation grâce à une observation directe ou à des déductions concernant la source de proies à proximité du rivage ou au large. Il n'existe actuellement aucune donnée sur l'énergie (teneur calorique) des invertébrés benthiques dans la ZPMAN. La teneur calorique des éléments du régime alimentaire est également pertinente, car les changements en ce qui concerne les proies peuvent être démographiques (p. ex. baisse de l'abondance relative/absolue), liés à l'habitat (p. ex. remplacement ou déplacement) ou à la qualité (p. ex. baisse de la valeur énergétique en raison d'altérations de l'écosystème). Les changements dans les types de proies peuvent également donner lieu à des changements dans les durées de manipulation par les prédateurs, et l'augmentation de cette durée réduit l'apport énergétique net pour prédateur lié à la consommation des proies.

L'échantillonnage peut être facilement intégré dans les programmes sur le terrain conçus pour d'autres indicateurs. Les connaissances peuvent être acquises par l'observation directe du comportement alimentaire des animaux, par l'analyse du contenu stomacal ou par l'analyse d'un biotraceur ou d'un ensemble de biotraceurs trophiques dans les tissus animaux (à savoir les rapports d'isotopes stables [ $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{34}\text{S}$ ], la composition en acides gras, les concentrations de mercure, les isoprénoïdes hautement ramifiés [HBI] et la teneur en lipides et en calories). On peut superposer les unes aux autres les données trophiques dérivées de méthodes multiples pour acquérir une compréhension plus holistique des liens trophiques si les ressources le permettent. Le prélèvement de contenus stomacaux et/ou des tissus pour l'analyse des biotraceurs peut être mené pendant les programmes de surveillance des captures. Les principaux facteurs à considérer sont d'examiner si les programmes d'échantillonnage existants 1) recueillent des données pour les espèces prédatrices et proies d'intérêt, 2) ont une couverture temporelle ou spatiale suffisante pour mettre à l'essai les hypothèses et 3) ont suffisamment de données d'appariement pour les groupes de proies afin de mettre à l'essai des hypothèses. Heureusement, les échantillons requis pour les analyses de biotraceurs trophiques peuvent être facilement archivés pour une utilisation ultérieure, et le même échantillon peut souvent être utilisé pour de multiples analyses s'il y a suffisamment de tissu. Il est fortement recommandé de prélever des échantillons pour des analyses de biotraceurs trophiques ou de contaminants même si le financement n'est pas disponible immédiatement. La surveillance de l'état des mammifères marins peut fournir des renseignements sur la disponibilité ou l'abondance de l'énergie et des ressources ou encore sur les changements de régime alimentaire; cependant, les données trophiques sur les mammifères marins peuvent être faussées par les préférences des chasseurs (p. ex. prélèvements en provenance de lieux choisis, sur certains groupes de taille ou d'individus en meilleure santé).

*Producteurs primaires associés à la glace, vivant sous la glace et vivant en eau libre*

Les principaux paramètres de mesure de cet indicateur sont les suivants :

1. la composition taxonomique des producteurs primaires pour évaluer la structure des communautés, leur fonction et leur biodiversité;
2. les concentrations de chlorophylle *a* (totale et par classe de taille) à titre d'approximation de la biomasse des producteurs primaires (les classes de taille représentent la composition fonctionnelle et taxonomique des producteurs primaires);
3. le profil de fluorescence de la chlorophylle à titre d'indicateur de la biomasse relative des producteurs primaires;

4. le carbone organique particulaire (COP) et l'azote organique particulaire (AOP) comme mesure de la quantité de matière organique et de sa composition;
5. les paramètres océanographiques fondamentaux (paramètres océanographiques fondamentaux et concentrations de nutriments);
6. les concentrations de nutriments (paramètres océanographiques fondamentaux et concentrations de nutriments).

L'abondance et la composition des producteurs primaires se répercutent sur la structure et le fonctionnement de l'ensemble de l'écosystème par l'intermédiaire d'un certain nombre de relations trophiques complexes. Par conséquent, le suivi de cet indicateur clé est essentiel si l'on souhaite évaluer l'état des objectifs de conservation pour la ZPMAN (c.-à-d. que le milieu marin est productif et qu'il permet l'alimentation des organismes de niveau trophique supérieur).

Les principales sources de production primaire dans les écosystèmes marins de l'Arctique sont les microalgues pélagiques et associées à la glace (appelées sympagiques), à savoir le phytoplancton et les algues de glace. Ces sources fournissent la nourriture nécessaire aux organismes de niveau trophique supérieur au sein du réseau trophique et sont essentielles à la survie et à la durabilité de l'ensemble de l'écosystème. Le moment, la source, l'ampleur et l'étendue spatiale de la production peuvent indiquer des changements plus vastes dans les interactions atmosphère-océan et les régimes de la glace de mer, liés à la variabilité du climat et aux changements climatiques. Les mécanismes de contrôle de l'ampleur et du moment de la production primaire dans l'Arctique sont complexes et interconnectés, mais ils sont principalement axés sur la lumière et la disponibilité des nutriments.

Plusieurs lacunes dans les données ont été cernées. Il faut disposer de mesures des paramètres océanographiques physiques et chimiques (p. ex. la température, la salinité, le  $\delta^{18}\text{O}$  et les nutriments dissous) ainsi que de l'état des glaces de mer pour fournir un contexte de base sur la répartition des masses d'eau et l'habitat océanographique des producteurs primaires. Une surveillance continue peut également mettre en évidence des changements importants qui pourraient indiquer une stratification des concentrations de nutriments, et donc de la productivité (p. ex. un passage à un système davantage basé sur les flagellés). Les renseignements de base sur la production primaire dans la ZPMAN ou directement à côté de celle-ci manquent toutefois, car l'échantillonnage n'a pas eu lieu de manière continue dans des endroits constants. L'évaluation des paramètres océanographiques (voir la section sur les propriétés océanographiques fondamentales et les concentrations de nutriments), comme la présence d'événements de remontée/plongée d'eau, serait pertinente pour interpréter les paramètres des producteurs primaires et l'importance de la composition chimique du carbonate a été soulignée comme paramètre de surveillance de l'acidification. Des espèces d'algues potentiellement toxiques sont présentes dans la ZMP; cependant, nous ne disposons pas de suffisamment de données sur leur répartition, leur dynamique, leur toxicité réelle et le transfert trophique des toxines. Outre la surveillance de la composition de la communauté phytoplanctonique pour détecter la présence d'espèces d'algues potentiellement toxiques, il est recommandé de surveiller périodiquement le benthos (p. ex. les bivalves benthiques) pour déterminer si, et à quel rythme, ces toxines pénètrent dans le réseau trophique.

Il a été déterminé que plusieurs paramètres (concentration de chlorophylle *a*, analyses cytométriques en flux, composition taxonomique et abondance) étaient pertinents pour évaluer la production primaire en tant qu'indicateur pour la ZMPAN. En général, l'échantillonnage idéal pour cet indicateur se ferait plusieurs fois par an sur quelques sites clés et une fois par an sur un réseau plus large de stations réparties sur une zone géographique plus étendue. La concentration de chlorophylle *a* (totale et par classe de taille) a été désignée comme étant le

paramètre qu'il serait possible de mesurer dans le cadre d'un programme communautaire. La mise en œuvre d'analyses cytométriques en flux permettrait d'obtenir certaines données sur l'abondance, la structure et la fonction des communautés de producteurs primaires à un coût réduit par rapport aux analyses de composition taxonomique et d'abondance. Cependant, ces analyses ne permettent pas d'évaluer les espèces dominantes ni la présence d'algues nuisibles. Des instruments de terrain ou de laboratoire peuvent également faciliter le suivi des indicateurs clés pour les producteurs primaires. Par exemple, la fluorimétrie à taux de répétition rapide peut servir pour fournir des estimations de la production primaire et peut être utilisée dans un laboratoire de terrain. La surveillance d'événements épisodiques ou inhabituels, par exemple l'observation de proliférations d'algues à la surface de l'eau ou sur le rivage, peut également être menée au niveau communautaire. Les mesures de la composition taxonomique et de l'abondance des communautés de producteurs primaires pourraient se limiter à des endroits précis ou à des échantillonnages moins fréquents, mais toujours pertinents pour les processus écologiques, et se concentrer sur certaines espèces clés.

*Composition, structure et fonction de la communauté zooplanctonique*

Les principaux paramètres de mesure de cet indicateur sont les suivants :

1. la composition taxonomique (pour calculer les indices de composition de la communauté);
2. la biomasse relative des espèces indicatrices clés et des classes de taille.

Les changements dans la composition taxonomique ou fonctionnelle du zooplancton peuvent 1) se répercuter sur l'efficacité du transfert d'énergie vers les mammifères marins, les oiseaux de mer et les poissons prédateurs hautement valorisés (p. ex., par l'intermédiaire de changements dans la taille du zooplancton), 2) signaler le statut des producteurs primaires, 3) indiquer des changements dans les facteurs environnementaux au sens plus large (p. ex., par l'intermédiaire de changements dans les cténophores, les ptéropodes, les copépodes), 4) déterminer la présence de nouvelles espèces, et 5) répondre aux perturbations anthropogéniques. Deux questions de recherche potentielles ont été suggérées :

1. L'abondance/la biomasse des espèces gélatineuses du zooplancton change-t-elle, et ce changement est-il lié à la température et à la qualité de l'eau? La surveillance de la présence de méduses pourrait se faire par des observations locales.
2. Y a-t-il un changement de taille des copépodes qui influencerait sur le transfert d'énergie vers les espèces des niveaux trophiques supérieurs?

Plusieurs lacunes dans les données ont été cernées. En raison des gradients nord-sud et littoral-océan des paramètres au sein de la ZPMAN, il est nécessaire de mettre sur pied un programme de surveillance qui puisse capturer l'hétérogénéité spatiale et temporelle du zooplancton et qui prenne en compte le moment de l'échantillonnage dû à la saisonnalité, ainsi que la dynamique du climat et de la glace de mer. Comme les variations annuelles des conditions océanographiques et climatiques peuvent donner lieu à des communautés zooplanctoniques différentes, les indicateurs des conditions environnementales de fond doivent être mesurés simultanément. Il est recommandé d'utiliser les données taxonomiques pour calculer les biomasses relatives des principales espèces proies du zooplancton, afin de pouvoir comparer leur disponibilité relative pour les poissons proies et les prédateurs de niveau trophique supérieur d'un endroit à l'autre et d'une année à l'autre. Ces renseignements peuvent être utilisés pour comprendre si les tendances de la biomasse relative, des comportements ou de l'utilisation de l'habitat des poissons proies et des espèces de niveau trophique supérieur sont liées à la disponibilité de la nourriture zooplanctonique. Si les fonds ne sont pas disponibles pour des analyses taxonomiques complètes, l'estimation des biomasses des

classes de taille du zooplancton peut toujours fournir des renseignements utiles pour surveiller les changements généraux de la structure de la communauté sans qu'il soit nécessaire d'identifier les espèces. Dans ce cas, il est toujours recommandé de conserver un échantillon représentatif de chaque classe de taille pour d'éventuelles identifications futures. Il convient de consulter un expert pour décider des classes de taille qui fourniront les meilleurs renseignements pour la question de surveillance. La surveillance de la composition de la communauté du zooplancton peut être réalisée à l'aide de procédures simples dans le cadre d'un programme de surveillance communautaire. Les échantillons destinés aux analyses taxonomiques du zooplancton peuvent être recueillis à partir de petits navires à l'aide de filets à zooplancton standard, bien que l'échantillonnage en eaux plus profondes puisse nécessiter l'utilisation d'un mécanisme de treuil ou d'un plus grand navire. Les analyses taxonomiques nécessiteront des analyses d'experts en laboratoire, peut-être par l'intermédiaire de services de conseil spécialisés ou par la collaboration entre les partenaires de cogestion et de recherche (p. ex. certains laboratoires de Pêches et Océans Canada peuvent être en mesure d'effectuer une taxonomie de base). Le niveau de détail taxonomique requis aura une incidence sur le temps et le coût du traitement des échantillons. Il convient de consulter un expert pour déterminer le niveau de détail taxonomique nécessaire pour répondre aux questions de surveillance. La collecte d'échantillons de la composition de la communauté zooplanctonique est fortement recommandée, même si les fonds ne sont pas disponibles pour des analyses taxonomiques complètes. Ils sont relativement faciles à recueillir et peuvent être conservés dans de l'éthanol ou du formaldéhyde pour un stockage à long terme, ce qui permet des analyses rétrospectives de séries chronologiques lorsque des fonds sont disponibles ou qu'un problème potentiel se pose. Les échantillons taxonomiques archivés ne doivent jamais être congelés.

La collecte de zooplancton et d'amphipodes sous la glace peut nécessiter le déploiement de planeurs, de filets spécialisés conçus pour racler le fond de la glace de mer, ou de traits de filets verticaux simplifiés pour le zooplancton. Le déploiement de caméras pourrait fournir des renseignements qualitatifs sur la composition de la communauté sous la glace (p. ex., morue arctique [*Boreogadus saida*], amphipodes) si des échantillons biologiques n'étaient pas nécessaires pour une taxonomie détaillée ou des analyses de biotraceurs trophiques.

#### *Composition, structure et fonction de la communauté d'invertébrés benthiques*

Les principaux paramètres de mesure de cet indicateur sont les suivants :

1. la composition taxonomique (pour calculer les indices de composition de la communauté);
2. la biomasse relative des espèces indicatrices clés;
3. des renseignements sur l'habitat benthique et océanographique (voir la section Propriétés océaniques clés et concentrations en nutriments et la section Répartition des habitats benthiques).

La structure et la fonction de la communauté des invertébrés benthiques sont pertinentes pour les objectifs de conservation (OC) de la ZPMAN, car elles peuvent refléter des changements dans les niveaux inférieurs du réseau trophique qui auront probablement des effets en cascade sur les animaux de niveau trophique supérieur. Les invertébrés benthiques peuvent être de particulièrement bons candidats pour les indicateurs de perturbations naturelles et anthropiques, car de nombreux invertébrés benthiques ont une longue durée de vie, une mobilité relativement faible (grande fidélité au site) et réagissent différemment aux facteurs physiques changeants tels que la température, l'acidification des océans, la glace de mer et le type de sédiments en fonction des seuils physiologiques particuliers de leur espèce. Les

changements dans la composition des communautés benthiques peuvent également indiquer un changement dans la qualité de l'eau marine.

Il existe deux types d'indicateurs benthiques : 1) les indicateurs descriptifs liés à la composition de la communauté benthique, notamment la biomasse, la densité et la biodiversité, et 2) les indicateurs fonctionnels qui mesurent les activités de l'écosystème (p. ex., les modifications du comportement, du métabolisme ou des isotopes stables). Les espèces clés des communautés benthiques, comme les coraux et les éponges, pourraient être des indicateurs importants pour le suivi à long terme; cependant, il faut d'abord déterminer quelles espèces sont présentes dans la zone. À long terme, et grâce à une meilleure compréhension de la communauté benthique, des espèces indicatrices pourraient être identifiées, ce qui permettrait d'orienter la surveillance de l'environnement benthique.

Il existe un manque de données scientifiques concernant la composition de la communauté benthique dans la ZPMAN, ce qui a été souligné comme une lacune dans les données, en particulier dans la zone extracôtière. Comme pour d'autres indicateurs, un programme d'échantillonnage benthique serait plus efficace s'il était intégré à un régime d'échantillonnage plus large mené sur un ensemble de sites clés de surveillance à long terme, répartis de manière aléatoire dans les types d'habitats. Bien que des données intermittentes sur la composition et la structure des communautés benthiques aient été recueillies dans le cadre de programmes en mer dans la ZPM, on a reconnu que la difficulté de l'échantillonnage benthique en mer pouvait être liée aux méthodes d'échantillonnage et à l'hétérogénéité de l'habitat benthique (p. ex. les zones rocheuses interdisent l'utilisation de carottes ou de filets). La quantité de renseignements disponibles peut être augmentée en reliant la cartographie des habitats benthiques aux données sur la biodiversité benthique. En effet, la cartographie de l'habitat benthique sera un prérequis pour sélectionner efficacement les sites d'échantillonnage qui capturent la variabilité spatiale des caractéristiques de l'habitat benthique et évitent les zones sensibles.

L'échantillonnage pour les estimations quantitatives de la biomasse, de l'abondance et de la composition des communautés benthiques pourrait être réalisé dans les zones littorales dans le cadre d'un programme de surveillance communautaire en remorquant un petit traîneau benthique à partir d'un navire de taille petite à moyenne équipé d'un treuil. Les relevés quantitatifs nécessiteraient un examen attentif des spécifications des engins, de la manière de normaliser l'effort de déploiement et des protocoles de sous-échantillonnage des prises. Un tri grossier en grands groupes alimentaires ou fonctionnels pourrait être effectué au niveau communautaire. Par ailleurs, des méthodes d'échantillonnage moins destructives dans la région, telles que les VTG ou une autre technologie d'appareil photo non invasif, pourraient fournir des renseignements de base plus descriptifs, bien qu'opportunistes. Le pilotage des VTG et l'interprétation des séquences vidéo nécessiteront une collaboration avec des experts qui ont les connaissances et l'accès à des logiciels spécialisés, mais seraient particulièrement utiles dans les habitats sensibles ou ceux qui ne peuvent pas être facilement échantillonnés avec des engins touchant le fond (p. ex., les lits de varech, les zones rocheuses). En outre, bien que l'ADN environnemental ne soit pas une recommandation finale de ce processus, il pourrait être un outil important pour la surveillance des espèces clés et de la composition des communautés biotiques, et cela pourrait être fait par les membres de la communauté. L'échantillonnage des invertébrés benthiques dans les zones profondes et au large, en particulier dans la partie nord de la ZPMAN et dans les eaux adjacentes, nécessitera probablement l'utilisation d'un grand navire.

*Composition, structure et fonction de la communauté de poissons hauturiers*

Les principaux paramètres de mesure de cet indicateur sont les suivants :

1. la composition taxonomique de l'ensemble des prises;
2. les prises par unité d'effort des principales espèces indicatrices;
3. des renseignements sur l'habitat benthique et océanographique (voir la section Propriétés océaniques clés et concentrations en nutriments et la section Répartition des habitats benthiques).

Les poissons hauturiers sont considérés comme tous ceux qui occupent généralement des eaux plus profondes que 20 mètres. La surveillance de la composition, de la structure et de la fonction des communautés de poissons hauturiers est pertinente pour les OC de la ZPMAN, car les poissons hauturiers représentent certaines des principales proies des mammifères marins, des oiseaux de mer et de l'omble chevalier. Par conséquent, le suivi par cet indicateur dans la ZPMAN pourrait déterminer les événements qui déclenchent les changements potentiels observés à des niveaux trophiques plus élevés. Le suivi de la composition de la communauté de poissons dans son ensemble fournit des renseignements importants sur la manière dont la variabilité et les changements environnementaux touchent le fonctionnement de l'écosystème. L'abondance relative a été mise en évidence comme le principal paramètre de surveillance d'intérêt pour les indicateurs de poissons hauturiers.

Il est nécessaire d'effectuer des recherches sur la résilience écologique, la sensibilité, la stabilité temporelle de la structure des écosystèmes et les réactions des principales espèces aux facteurs de stress. À l'exception du chalutage pélagique effectué lors de l'évaluation des écosystèmes marins de la mer de Beaufort au Canada (EEM-MBC) pour vérifier les compositions d'espèces des observations hydroacoustiques au cap Parry, pratiquement aucun autre échantillonnage de poissons n'a été effectué dans le domaine pélagique des zones extracôtières de la ZPMAN. L'acquisition d'identifications taxonomiques complètes pour les captures de grands relevés peut être longue et coûteuse, mais elle permet d'obtenir des données riches qui peuvent être utilisées pour calculer des mesures composites de la biodiversité (p. ex., l'indice de diversité de Shannon, l'indice de régularité de Pielou) et de l'abondance relative, pour effectuer des analyses robustes de la variabilité spatiale et temporelle de la composition des communautés et pour identifier de nouvelles espèces. Par ailleurs, l'identification d'un ensemble représentatif d'espèces clés à chaque niveau trophique pour la surveillance, qui sont censées répondre à un ensemble de modifications de l'écosystème pertinentes pour les OC, ou qui représentent différents groupes fonctionnels clés, aidera à réduire le champ d'application (p. ex., Majewski *et al.*, 2017). Le suivi des indices de la structure des communautés de poissons permettra d'établir des bases de référence en matière de biodiversité et de distribution, qui pourront servir de base à la sélection des espèces clés pour le suivi. Les projections de modèles concernant les changements dans les distributions de poissons en mer en réaction à la modification des schémas spatiaux des paramètres océanographiques et de la production primaire ne sont pas encore disponibles pour la région de la ZPMAN, à part les prédictions générales concernant la morue arctique. De même, on sait peu de choses sur l'écologie et les exigences en matière d'habitat des larves de poissons pour les autres espèces, dont beaucoup sont pélagiques. L'écologie des larves de poisson est une lacune importante dans les connaissances pour l'ouest de l'Arctique canadien en général. Ce stade a été défini comme un stade sensible du cycle biologique des poissons marins.

Le suivi de la composition et de la structure des communautés de poissons hauturiers nécessite des relevés multispécifiques soigneusement planifiés et largement distribués qui recueillent simultanément des données sur l'habitat environnemental. Les prélèvements en mer dans la baie Darnley pourraient être effectués dans le cadre d'un programme communautaire à l'aide de filets maillants profonds ou d'un petit traîneau benthique; toutefois, la plupart des espèces

pélagiques benthiques ne se prêtent pas à la capture par des filets maillants en raison de la forme de leur corps et de leur faible motilité par rapport aux espèces pélagiques. De tels déploiements nécessiteraient un navire équipé d'un treuil et des précautions de sécurité minutieuses, et pourraient permettre de prélever moins d'espèces et des espèces potentiellement différentes de celles qui sont prélevées par un équipement à plus grande échelle typique des études menées par des navires dans la région. Les solutions de rechange potentielles aux filets maillants pour capturer les poissons hauturiers comprennent les trémails, les palangres ou les casiers à crabes, et elles peuvent être installées à partir de plus petits navires. Ces relevés peuvent être difficiles à réaliser dans le cadre d'un programme de surveillance communautaire, car l'échantillonnage nécessite généralement un navire en mer pour échantillonner en toute sécurité des stations éloignées ou exposées. La collaboration avec les programmes de recherche et de surveillance basés sur les navires peut constituer une approche judicieuse pour recueillir des renseignements sur cet indicateur. Les relevés sur les poissons côtiers et hauturiers doivent être coordonnés dans le temps afin d'étudier les liens du réseau trophique, et pour une complémentarité sur la présence/absence. Si la surveillance était axée précisément sur le rôle des poissons hauturiers en tant que proies pour les aliments de niveau trophique supérieur, les programmes communautaires pourraient surveiller l'occurrence et l'abondance relative de différents poissons hauturiers dans les estomacs des ombles et des mammifères marins, ou dans le fourrage des oiseaux.

*Composition, structure et fonction de la communauté de poissons côtiers*

Les principaux paramètres de mesure de cet indicateur sont les suivants :

1. la composition taxonomique de l'ensemble des prises;
2. les prises par unité d'effort des principales espèces indicatrices;
3. des renseignements sur l'habitat benthique et océanographique (voir la section Propriétés océaniques clés et concentrations en nutriments et la section Répartition des habitats benthiques).

Les poissons côtiers sont considérés comme tous ceux qui occupent habituellement les eaux allant du littoral à 20 mètres de profondeur. Il est fortement conseillé de relier étroitement les données des programmes côtiers et hauturiers; le suivi de quelques espèces clés qui sont couramment capturées dans les deux zones permettrait d'obtenir des renseignements sur les changements à une échelle spatiale plus grande que ce que permet chaque programme individuel. Le suivi de la composition, de la structure et de la fonction des communautés de poissons côtiers est pertinent pour les OC de la ZPMAN, car ils représentent certaines des principales proies des mammifères marins, des oiseaux de mer et de l'omble chevalier et pourraient déterminer les événements qui déclenchent les changements potentiels observés aux niveaux trophiques supérieurs. De même, les poissons côtiers représentent des liens avec les systèmes d'eau douce et d'eau de mer. En effet, les communautés de poissons côtiers peuvent servir de sentinelles pour les effets en cascade des changements d'habitat ou de climat, car la composition, la structure et les attributs fonctionnels des communautés de poissons côtiers sont souvent liés aux caractéristiques de l'habitat. La documentation des espèces de poissons côtiers inhabituelles et des comportements bizarres a été conseillée pour leur association potentielle avec des perturbations environnementales. L'abondance relative a été mise en évidence comme le principal paramètre de surveillance d'intérêt pour les indicateurs de poissons côtiers.

Plusieurs lacunes dans les données ont été relevées, notamment la stabilité de la structure de la communauté et l'écart temporel dans l'abondance relative des espèces clés importantes. Le

suivi des indices de la structure de la communauté de poissons est une approche qui permet non seulement de détecter les changements dans la communauté de poissons (p. ex., les espèces envahissantes, l'expansion de l'aire de répartition, les espèces rares mais endémiques), mais qui peut également fournir un contexte explicatif du comportement des animaux ou des changements dans la fonction et la structure des écosystèmes. L'intégration des inventaires d'espèces avec les abondances relatives peut alors fournir des renseignements pertinents pour une série d'intérêts de surveillance potentiels concernant les OC, notamment : comprendre les réactions des espèces à la variabilité environnementale (p. ex., les dates de déglacement, les volumes de débit des rivières), suivre les taux d'établissement des espèces envahissantes, ou mesurer la disponibilité relative de différentes proies pour les mammifères marins et les oiseaux. Le couplage des données sur l'abondance relative avec des données sur la taille, l'âge, le sexe, la maturité et les attributs fonctionnels et alimentaires permettra un suivi plus détaillé de la structure de la communauté de poissons, et pourrait éventuellement aider à cerner les causes ou les effets de tout changement observé dans la composition de la communauté. Ces indices peuvent également contribuer à l'établissement d'une base de référence en matière de biodiversité et de distribution, qui peut servir de base à la sélection des espèces à surveiller. Les renseignements sur l'écologie de l'ichtyoplancton, les œufs et les larves de poissons constituent une lacune dans les données pour les poissons côtiers et hauturiers. On en sait peu sur l'écologie et les exigences en matière d'habitat des larves de poissons pour la plupart des espèces, dont beaucoup sont pélagiques. Ce stade a été défini comme un stade sensible du cycle biologique des poissons marins.

Le suivi de la composition, de la structure et de la fonction des communautés de poissons côtiers nécessite des relevés multispécifiques soigneusement planifiés et largement distribués qui recueillent simultanément des données sur l'habitat environnemental. Les relevés estivaux des poissons de la côte arctique ont jeté les bases méthodologiques de la surveillance de cet indicateur, en s'appuyant sur de petits navires rattachés à un poste à terre et sur une série de protocoles normalisés de prélèvement de poissons, avec des données simultanées sur l'océanographie et d'autres composantes de l'écosystème (zooplancton, invertébrés benthiques et sédiments). L'exploitation de ces ensembles de données existants sera bénéfique pour la surveillance à long terme, associée à la sélection d'espèces cibles pour des efforts de surveillance ciblés des fonctions importantes de l'écosystème (p. ex., les espèces-proies clés pour les mammifères marins et les oiseaux, celles ayant des contraintes physiologiques particulières). La surveillance passive à l'aide de caméras amarrées ou de profilers acoustiques pourrait allonger l'enregistrement saisonnier de l'utilisation de l'habitat du poisson par rapport aux programmes de filets, mais elle fournit moins de détails que l'échantillonnage des filets et est sujette à des limitations (décrites dans Ehrman *et al.*, 2022). La technologie passive devrait être retirée des zones de 20 mètres de profondeur avant la formation de la glace de rive à l'automne. L'expansion des programmes de surveillance en hiver, si elle est souhaitée, pourrait donc devoir s'appuyer sur l'échantillonnage des filets sur la glace, ce qui fournirait des renseignements sur les changements saisonniers dans la composition des espèces, l'abondance et l'utilisation de l'habitat qui font actuellement défaut.

#### *Abondance relative et biomasse des principaux poissons proies*

Les principaux paramètres de mesure de cet indicateur sont les suivants :

1. la capture par unité d'effort de poissons adultes (pour calculer l'abondance relative et la biomasse);
2. l'abondance relative et la biomasse des juvéniles;

3. l'habitat océanographique et les renseignements sur la glace de mer/neige (voir la section Propriétés océaniques clés et concentrations en nutriments et les structures de la glace, l'épaisseur de la neige et de la glace, le moment de la débâcle/de l'englacement).

Les poissons proies sont une source de proie essentielle pour les prédateurs de niveau trophique supérieur qui occupent la ZPMAN. Le suivi de l'abondance relative et de la biomasse des poissons proies fournira deux renseignements essentiels pour le rapport sur les OC de la ZPMAN : 1) il indiquera si la nourriture est suffisante pour les prédateurs de niveau trophique supérieur dans la ZPMAN, et 2) les changements dans la disponibilité des proies peuvent fournir une explication aux changements observés dans le comportement, la condition ou les taux de mortalité des prédateurs. Il a été indiqué que l'abondance relative du capelan (*Mallotus villosus*), de la morue arctique et du lançon (*Ammodytes hexapterus*) peut être utilisée comme indicateur écologique du changement induit par la variabilité climatique. Ces trois espèces ont été documentées comme étant des proies importantes pour le béluga (*Delphinapterus leucas*), le phoque annelé, l'omble chevalier, les oiseaux de mer et, dans une moindre mesure, le phoque barbu (*Erignathus barbatus*; voir les analyses dans Ehrman *et al.*, 2022). Le lançon a également été reconnu comme une source importante de proies pour le béluga, surtout si les proies de la morue arctique se déplacent.

Il existe plusieurs lacunes dans les connaissances sur le capelan. Il s'agit notamment des lieux d'hivernage, des sources de dispersion des larves de capelan, de la génétique du capelan dans la région et de l'emplacement des bancs d'agrégation avant le frai d'été. L'observation de la fraie du capelan par les membres de la communauté, y compris le moment de la fraie, est précieuse, car le capelan est une source de proie pour les principaux prédateurs. Les observations locales indiquent que le capelan fraie chaque été sur les rivages de la ZPMAN, généralement entre juin et août. Comme on observe le capelan le plus souvent lors de son frai sur la plage, sa présence ne représente pas vraiment l'abondance et, inversement, son absence peut signifier qu'il est présent, mais non observé. De plus, ces agrégations épisodiques associées aux observations des événements de frai sur les plages peuvent suggérer qu'il y a un nombre de poissons plus élevé que celui réellement présent. Il est nécessaire de poursuivre les recherches sur les méthodes de relevé normalisées pour le capelan.

Il est fortement recommandé de surveiller l'abondance et la biomasse des poissons proies en même temps que les communautés de poissons côtiers et hauturiers (voir plus en détail dans Ehrman *et al.*, 2022). Les instruments hydroacoustiques amarrés peuvent être particulièrement utiles pour surveiller les poissons proies pélagiques (et le zooplancton) tout au long de l'année dans le nord de la ZPMAN, où l'on suppose que la biomasse est liée à la présence de mammifères marins et d'oiseaux de mer. Le suivi des régimes alimentaires des prédateurs en même temps que l'abondance relative et la biomasse des poissons proies, et éventuellement la mesure des biotraceurs trophiques chez les prédateurs et les proies, permettraient d'étudier les changements potentiels des espèces de proies dans les régimes alimentaires des prédateurs de niveau trophique supérieur. Les relevés sur l'abondance relative du lançon peuvent nécessiter une technique particulière, car il se soustrait aux procédures normalisées de capture au filet utilisées pour les autres poissons. La senne de plage et le creusement dans les sédiments mous et caillouteux de la zone intertidale peuvent être plus efficaces pour l'échantillonnage que les filets maillants. En surveillant le régime alimentaire des prédateurs (voir Liens trophiques et Énergétique), cela pourrait fournir une indication de la disponibilité (c.-à-d. la présence/l'abondance relative) des espèces proies qui appuierait les relevés scientifiques sur l'abondance/la biomasse relative. Les mesures de l'abondance ou de la biomasse des espèces fourragères pourraient alors être comparées à ce qui est consommé par

les prédateurs pour évaluer la variabilité et les changements du réseau trophique. Les profileurs acoustiques de zooplancton et de poissons (PAZP) amarrés permettent d'observer la biomasse des espèces proies extracôtières comme la morue arctique à des endroits clés (p. ex. au large du cap Parry) de façon saisonnière et d'une année à l'autre. Les PAZP devront faire l'objet de relevés périodiques à bord de navires pour la validation de l'écho, l'extraction et l'entretien des données.

*Abondance relative des poissons anadromes, utilisation de l'habitat et structure des populations*

Les principaux paramètres de mesure de cet indicateur sont les suivants :

1. la capture par unité d'effort (pour calculer l'abondance relative et la biomasse);
2. les données biologiques et démographiques provenant des programmes existants de surveillance de l'omble chevalier des rivières Hornaday et Brock;
3. le moment de la migration en amont/aval.

Les relations de cause à effet entre les activités ou les perturbations au sein de la ZPMAN et les populations de poissons anadromes ne peuvent être établies sans examiner la population, et son habitat, dans son ensemble. Il est peu probable que les stratégies de surveillance conçues pour la communauté de poissons marins du littoral (p. ex., la côte arctique) fournissent des renseignements suffisants pour évaluer si l'habitat nécessaire au maintien des populations de poissons anadromes est maintenu, ce qui est un OC de la ZPMAN. La surveillance à l'intérieur des seules limites de la ZPMAN manquerait également des renseignements importants sur l'utilisation de l'habitat, la pression de récolte et le cycle biologique, qui sont importants pour évaluer si les activités ou les perturbations dans la ZPM ont des répercussions sur les populations de poissons anadromes dans leur ensemble, puisque les principaux corridors de migration marine, les aires d'alimentation et les lieux de récolte de l'omble chevalier se trouvent à l'extérieur des limites de la ZPM. L'omble chevalier et le corégone tschir ont tous deux été répertoriés comme des priorités communautaires par le groupe de travail de la ZPMAN (Ehrman *et al.*, 2022, Annexe A).

Plusieurs lacunes dans les connaissances ont été relevées. Bien qu'il existe des programmes de surveillance à long terme basés sur la récolte, il n'y a pas d'évaluation des stocks d'omble indépendante de la pêche. Par conséquent, l'utilisation des données basées sur les récoltes pour le suivi nécessitera une réflexion approfondie sur la manière de réaliser des analyses valables pour les analyses des tendances à long terme. Les données indépendantes des récoltes peuvent être plus appropriées pour répondre à certaines hypothèses ou peuvent fournir des renseignements qui ne sont pas saisis actuellement par les méthodes dépendantes de la pêche (p. ex., la pêche indicatrice au filet maillant, qui peut fournir des renseignements sur la taille des adultes, ainsi que sur les différents stades de vie). La caractérisation et la compréhension de la structure de la population de l'omble dans la région ont été définies comme des lacunes dans les données. Cela englobe à la fois les différences génétiques et morphologiques, et inclut potentiellement aussi l'« omble bleu », un morphotype apparemment différent de ceux associés à la rivière Hornaday et d'origine inconnue, tout comme leur relation avec les autres ombles de la zone sud-est de la baie Darnley. On est en train de recueillir des archives d'échantillons pour commencer à aborder cette question à l'aide d'analyses génétiques. L'information concernant le corégone tschir dans la ZPM est également une lacune; cependant, il existe actuellement une capacité limitée de surveillance de ce poisson, une préoccupation limitée quant à son abondance et une incertitude quant à son utilisation de l'habitat dans la ZPM. Si l'on souhaite observer le corégone, il a été recommandé de concevoir

un programme spécialement pour cette espèce, plutôt que de se fier aux données sur les prises accessoires provenant d'autres programmes de surveillance des poissons.

L'omble chevalier a une histoire relativement longue et des renseignements de base détaillés par rapport aux autres indicateurs biologiques abordés dans ce rapport. Tout nouveau programme d'échantillonnage conçu pour soutenir la surveillance des poissons anadromes doit être étroitement coordonné avec les programmes existants. Les programmes normalisés de surveillance de l'omble et les relevés des récoltes menées par les communautés fournissent des renseignements précieux sur l'omble dans la région, et sont des exemples d'efforts qui contribuent à la surveillance et qui n'ont peut-être pas besoin d'être réalisés directement avec le financement de la ZPM. En effet, il pourrait être possible d'utiliser les mêmes moniteurs pour étendre la durée et les espèces ciblées de ces programmes de surveillance existants, ce qui pourrait contribuer davantage à la surveillance des ZPM.

Un paramètre simple et efficace à prendre en compte pour observer les changements chez les poissons serait le moment des principaux événements du cycle de vie (le moment des migrations en amont/aval, le frai du capelan, etc.). L'âge, la taille à l'âge, la condition et la capture par unité d'effort ont également été définis comme des paramètres clés qui devraient être surveillés pour examiner les changements dans l'abondance et les taux de croissance en utilisant les données des programmes de surveillance des récoltes ou des évaluations des stocks existants. Le régime alimentaire des ombles dans cette zone, et de leurs proies, pourrait également être un indicateur potentiel à surveiller, et contribuerait à l'indicateur des liens trophiques et du transfert d'énergie. L'évaluation et la surveillance de l'utilisation de l'habitat par les espèces clés, comme l'omble chevalier, sont importantes à la fois comme information de base et comme indicateur potentiel si l'utilisation de l'habitat change (p. ex., si les zones d'alimentation des poissons changent au fil du temps, cela indiquerait un changement sous-jacent de l'écosystème).

#### *Occurrence et période des espèces potentiellement colonisatrices*

Les principaux paramètres de mesure de cet indicateur sont les suivants :

1. le moment de l'arrivée;
2. l'abondance qualitative ou la capture par unité d'effort;
3. les associations d'habitats;
4. l'ADN environnemental (ADNe).

La modification de la biodiversité est un indicateur utile des changements écologiques sous-jacents et cet indicateur vise à documenter les changements de la biodiversité des espèces associés aux nouvelles arrivées, aux schémas migratoires, à la période et au nombre d'organismes. Les nouveaux arrivants doivent être classés en trois catégories : a) les expansions naturelles de l'aire de répartition (p. ex. les espèces du Pacifique qui se déplacent vers l'est en fonction des changements de température de l'océan); b) les espèces colonisatrices envahissantes (p. ex. les espèces dont les déplacements sont facilités par l'intervention humaine et qui s'établissent réellement); et c) les vagabonds (p. ex. les occurrences ponctuelles de quelques individus qui ne semblent pas avoir établi une population jusqu'ici).

Les principales espèces de poissons potentiellement colonisatrices ont été définies, notamment le saumon du Pacifique (*Oncorhynchus* spp), et potentiellement le flétan du Groenland (*Reinhardtius hippoglossoides*) et l'omble Dolly Varden (*Salvelinus malma*). Le suivi de l'utilisation de l'habitat et de l'environnement par ces espèces clés fournit des renseignements

de base importants et sert d'indicateur potentiel des changements écologiques en réaction aux facteurs environnementaux. La surveillance de la colonisation potentielle de la ZPMAN et des rivières voisines par le saumon du Pacifique a été définie comme une priorité par le groupe de travail de la ZPMAN (Ehrman *et al.*, 2022, annexe A).

L'expansion potentielle des espèces de poissons et d'invertébrés dans la ZPMAN, que ce soit par l'expansion naturelle de leur aire de répartition ou par des moyens facilités par l'homme, n'a pas été bien étudiée. Les inventaires approfondis des espèces de poissons et d'invertébrés non exploités (p. ex., Northern Coastal Marine Studies [NCMS], EEM-MBC et côte arctique) n'ont commencé que récemment dans la baie Darnley. Par conséquent, il peut être difficile de déterminer si une espèce nouvellement observée représente une espèce potentiellement colonisatrice ou simplement la première détection d'une espèce qui occupe la ZPMAN depuis un certain temps. On n'a pas réalisé de modélisation ciblée des habitats propices de la baie Darnley, et aucune espèce invasive connue de vertébrés ou d'invertébrés n'a encore été enregistrée dans la ZPMAN. Des renseignements de haute qualité sur les conditions locales de l'habitat sont une condition préalable à la modélisation des habitats propices, ce qui en fait un outil potentiel pour l'avenir, une fois que la surveillance aura établi les conditions de base de l'habitat.

Plusieurs options ont été définies pour le suivi de cet indicateur. Il est recommandé de poursuivre une étroite collaboration avec les programmes existants qui documentent le nombre annuel d'occurrences de saumon du Pacifique et leurs emplacements dans l'Arctique canadien (c.-à-d. le saumon arctique, un programme de surveillance communautaire). Les données déjà recueillies pour d'autres indicateurs pourraient être réutilisées en évaluant les listes d'espèces accumulées par les relevés annuels, en exigeant la collecte de données taxonomiques détaillées et de renseignements visant à soutenir une évaluation de l'abondance relative dans chaque relevé. Les inventaires d'espèces sont particulièrement importants pour suivre l'introduction d'espèces envahissantes (p. ex., par l'intermédiaire du trafic maritime), l'étendue de l'expansion continue de l'aire de répartition (par exemple, le saumon du Pacifique) ou l'utilisation potentielle d'un habitat essentiel par des espèces en péril (p. ex., le loup de Béring [*Anarhichas orientalis*]). L'intégration des inventaires d'espèces avec les abondances relatives peut aider à déterminer si une espèce potentiellement colonisatrice augmente en abondance ou si elle est associée à un changement dans une autre composante de l'écosystème (p. ex., changement dans le régime alimentaire des prédateurs, déclin des concurrents).

Il convient également d'élaborer un protocole pour signaler et préserver les spécimens qui semblent inhabituels à des techniciens expérimentés lors des prélèvements sur le terrain (p. ex., photos de référence, conservation dans le formol) afin que les espèces potentiellement colonisatrices puissent être vérifiées par des experts, même si des analyses taxonomiques détaillées ne sont pas prévues. Les observations anecdotiques d'espèces potentiellement colonisatrices doivent être enregistrées pour d'éventuelles recherches futures et la documentation du moment de l'arrivée et du départ observés par les membres de la communauté ou les programmes de surveillance pourraient fournir des indices sur les causes de la migration vers la zone. Dans la mesure du possible, il convient de consigner l'habitat dans lequel on a observé l'espèce potentiellement colonisatrice, afin de déduire les espèces indigènes avec lesquelles elle peut interagir. On peut aussi utiliser les exigences en matière d'habitat pour élaborer des mesures de contrôle si celles-ci s'avèrent nécessaires. On peut aussi utiliser l'ADN environnemental (ADNe) pour détecter la présence d'espèces potentiellement colonisatrices, et les aspects d'échantillonnage sur le terrain peuvent être intégrés dans un programme de surveillance communautaire. Les effets d'une espèce nouvellement colonisée ne peuvent pas être déterminés sans documenter les tendances des

espèces avec lesquelles elles interagissent potentiellement (p. ex., changement dans la composition du régime alimentaire des prédateurs, changements dans l'abondance des espèces indigènes potentiellement concurrentes). Cet indicateur sera donc étroitement lié à d'autres indicateurs de l'intégrité biologique et de la chaîne alimentaire, mais les indicateurs exacts dépendront des espèces potentiellement colonisatrices définies.

*Présence/absence d'oiseaux marins et proies*

Cet indicateur souligne l'importance des oiseaux marins en tant que composante écologique de la ZPMAN, fournit un lien précis avec l'un des OC de la ZPMAN, qui est de maintenir l'intégrité de l'environnement marin au large du refuge d'oiseaux migrateurs du cap Parry afin qu'il soit productif et permette une alimentation à un niveau trophique supérieur, et attire l'attention sur les nombreuses lacunes dans les connaissances qui existent sur les oiseaux marins dans la région et sur la possibilité de mobiliser des fonds (p. ex., pour les géolocalisateurs).

Il est toutefois recommandé de ne pas inclure cet indicateur dans le plan de surveillance de la ZPMAN jusqu'à ce que le Secrétariat conjoint, le Conseil inuvialuit de gestion du gibier et le Service canadien de la faune (SCF) aient achevé un plan de cogestion pour le refuge d'oiseaux migrateurs du cap Parry, un processus qui est actuellement en cours. Bien que ce processus soit en cours, le SCF demeure ouvert à la recherche sur les oiseaux marins dans la ZPM et reconnaît qu'il existe de nombreuses lacunes dans les connaissances, notamment en ce qui a trait au régime alimentaire des oiseaux et à l'aire de répartition de la colonie, ainsi qu'aux renseignements sur l'hivernage et aux mesures de la population, qui seraient utiles pour éclairer les indicateurs. Les proies des oiseaux marins dans l'environnement marin peuvent également faire l'objet d'une surveillance intrinsèque grâce aux indicateurs décrits pour les communautés d'invertébrés benthiques, de poissons du large et de poissons proies. Une fois que le plan de cogestion aura été élaboré pour le refuge d'oiseaux migrateurs du cap Parry, le groupe de travail de la ZPMAN pourrait reconsidérer la meilleure façon d'intégrer un indicateur pour les oiseaux marins dans le plan de surveillance de la ZPMAN.

*Présence et absence de mammifères marins, période, utilisation de l'habitat et composition des groupes*

Les principaux paramètres de mesure de cet indicateur sont les suivants :

1. le mouvement;
2. le moment de l'arrivée et du départ;
3. le lieu des agrégations;
4. la composition des groupes.

Les OC pour la ZPMAN se concentrent sur la conservation de l'habitat marin et des espèces proies qui soutiennent les principales espèces de niveau trophique supérieur. Trois mammifères marins ont une grande valeur culturelle et de subsistance pour les Inuvialuit : le béluga, *qilalugaq*, le phoque annelé, *natchiq*, et le phoque barbu, *ugyuk*. Le suivi de la présence et de l'absence de mammifères marins, de la période, de l'utilisation de l'habitat et de la composition des groupes ne permettra pas d'évaluer directement si les OC sont respectés; cependant, elle peut mettre en évidence des « signaux d'alarme » qui justifient une enquête plus approfondie.

Le suivi de la présence et de l'absence, du moment d'arrivée et de départ, de l'utilisation de l'habitat et de la composition des groupes est la première étape, et la plus pratique, pour évaluer si l'habitat marin dans la région de la ZPMAN répond aux besoins de chaque espèce et pour suivre les changements potentiels dans l'utilisation de l'habitat au fil du temps. À leur tour, les données sur les conditions environnementales, les caractéristiques de la glace de mer, la

composition des proies et d'autres variables de l'habitat seront particulièrement importantes pour déduire les raisons sous-jacentes des changements potentiels dans l'utilisation de l'habitat.

Les OC de la ZPMAN ne mettent pas l'accent sur la santé des mammifères marins, cependant, les indices de santé peuvent fournir un contexte supplémentaire pour comprendre les données recueillies par un programme de surveillance.

Plusieurs lacunes dans les connaissances scientifiques ont été définies. Il a également été reconnu qu'une quantité substantielle de renseignements sur les mammifères marins est détenue par les détenteurs du savoir autochtone, ce qui n'est pas pris en compte ici, mais permettra d'éclairer la conception du plan de surveillance final. En ce qui concerne les bélugas, il y a une grande lacune dans les données disponibles sur les raisons de leur arrivée dans la région de la baie Darnley, ce que la communauté souhaite déterminer et qui nécessiterait davantage de recherches. Il n'y a pas non plus de relevé aérien cohérent, une absence totale de données télémétriques, et il est difficile d'estimer la présence et l'absence de bélugas. Les données disponibles sur le béluga proviennent principalement des captures et des connaissances autochtones, ce qui pourrait appuyer le deuxième OC de la ZPMAN. Toutefois, on souligne que les données sur les récoltes comportent de nombreux biais liés à l'homme (p. ex. les données ne seront disponibles que pour les jours de beau temps, lorsque les chasseurs pourront chasser en toute sécurité). Enfin, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer et comprendre l'importance des comportements de frottement et de mue observés, et pour savoir si ces habitats doivent faire l'objet d'une surveillance. Pour les phoques, les données de relevés aériens sont limitées (p. ex., seuls les mois de juin de 1974 à 1979 sont disponibles) et les données télémétriques ne sont disponibles que pour le phoque barbu. Par conséquent, la présence peut être confirmée, mais pas l'absence, et il n'existe pas de vérification sur le terrain. À ce jour, les données disponibles sur le phoque barbu comportent d'importantes lacunes, notamment en ce qui concerne le régime alimentaire. Les renseignements sur l'abondance, la structure de la population et les déplacements du phoque barbu sont également limités pour la région de la ZPMAN. Pour les baleines boréales, la quête de nourriture est principalement déterminée par les remontées d'eau près du cap Parry, bien qu'il n'y ait pas de données télémétriques disponibles et que les données manquantes concernent le régime alimentaire, la structure de la population et le sexe. Un indicateur de l'état (p. ex., l'état de la graisse corporelle) peut fournir des renseignements concernant la disponibilité/l'abondance d'énergie et de ressources ou les changements dans le régime alimentaire.

Les programmes de surveillance communautaire en cours peuvent fournir des renseignements adéquats sur la présence et l'absence, le moment, les emplacements et la composition des groupes de bélugas, de phoques annelés et de phoques barbues. Cependant, ces opérations sont biaisées en fonction des préférences des chasseurs (p. ex., le sexe, la taille du corps, les indicateurs de santé) et des emplacements des terrains de chasse traditionnels. Les efforts de surveillance seraient renforcés par la mise en œuvre d'une méthode normalisée permettant aux personnes qui ne pêchent pas de signaler les observations d'espèces de mammifères marins dans la ZPMAN et les eaux adjacentes, ce qui renforcerait l'utilisation parallèle du savoir autochtone et des données scientifiques (p. ex., l'application « *Arctic Marine Observer App* »). De plus, à l'instar du protocole pour les poissons pêchés, un programme de surveillance indépendant des pêcheurs pourrait être mis sur pied. Des protocoles normalisés pour l'enregistrement de différents types de renseignements, la prise de photographies et le géoréférencement seraient bénéfiques à ces deux programmes (p. ex., une application en ligne pour les téléphones ou un formulaire standard disponible auprès des comités de chasseurs et

de trappeurs). Ces programmes permettraient également d'améliorer les données disponibles pour surveiller l'utilisation de l'habitat des baleines boréales à proximité de la ZPMAN. La poursuite du marquage par satellite et les relevés aériens intermittents qui incluent la ZPMAN sont susceptibles de fournir des renseignements clés sur les déplacements à plus grande échelle; en outre, associés à des données sur les conditions environnementales et les distributions des espèces de proies, ils pourraient aider à démêler les facteurs qui attirent les mammifères marins dans la région. Cependant, il faut reconnaître que le marquage par satellite et les relevés aériens sont coûteux, difficiles et potentiellement impossibles à réaliser chaque année. Des programmes de marquage par satellite ciblant précisément les phoques barbus et les bélugas connus pour utiliser la ZPMAN et les eaux adjacentes permettraient de combler les lacunes actuelles en matière de connaissances. On peut également utiliser la surveillance acoustique passive des vocalisations pour surveiller la présence et l'absence de mammifères marins; elle peut fournir des renseignements concernant l'utilisation de l'habitat lorsqu'elle est associée à un échantillonnage passif des paramètres océanographiques. Il est à noter que la surveillance acoustique, même si elle est potentiellement puissante, présente certaines limites. Si la santé des mammifères marins est intégrée dans un plan de surveillance, il est recommandé de s'aligner sur le programme existant de recherche et de surveillance de la santé des bélugas.

#### Indicateurs de pressions et de menaces

Les termes « moteur », « facteur de stress », « pression » et « menace » sont tous utilisés pour décrire l'évolution des écosystèmes, mais ils sont souvent ambigus. Il est donc important de définir et de distinguer ces termes (Figure 3). Un *moteur* est un facteur naturel qui provoque directement ou indirectement une stabilité ou un changement dans l'écosystème. Un *facteur de stress* est un facteur anthropique, c'est-à-dire le résultat d'activités humaines, qui modifie l'écosystème de manière similaire. Les moteurs naturels et les facteurs de stress anthropiques peuvent être locaux ou omniprésents, ce qui signifie qu'ils sont originaires de la zone et agissent localement, généralement à court terme, et qu'ils sont omniprésents lorsqu'ils proviennent de zones plus éloignées et agissent sur de plus grandes distances, à plus long terme, et peuvent agir sur de nombreux processus ou composants de l'écosystème (c'est-à-dire qu'ils ont plusieurs points d'entrée dans l'écosystème). Un moteur peut entraîner une réaction naturelle de l'écosystème, car il s'agit d'un facteur naturel; ce n'est pas le cas pour un facteur de stress, car il s'agit d'un facteur anthropique. Toutefois, un facteur de stress peut agir sur un moteur (p. ex., la présence de glace de mer est un moteur qui est influencé par des facteurs anthropiques). Une *pression* est un moteur (c.-à-d. naturel) ou un facteur de stress (c.-à-d. anthropique) directionnel qui provoque un changement dans l'écosystème, mais qui est prolongé et relativement léger en termes de conséquences, de sorte que l'écosystème récepteur peut tolérer le changement ou s'y adapter. Une *menace* est un moteur ou un facteur de stress directionnel qui est relativement grave ou imminent, et qui entraîne un risque plus élevé (et peut-être plus immédiat) pour l'écosystème.

La catégorisation d'un moteur ou d'un facteur de stress en tant que pression ou menace découle d'interprétations humaines. Un indicateur est essentiellement destiné à saisir l'intégration des réactions complexes des écosystèmes aux moteurs et aux facteurs de stress, sur la base des connaissances humaines actuelles (Figure 3). Bien qu'un indicateur n'ait pas besoin d'être surveillé pour indiquer l'état actuel, il est défini ici comme tel afin d'être pertinent dans le contexte d'un plan de surveillance.

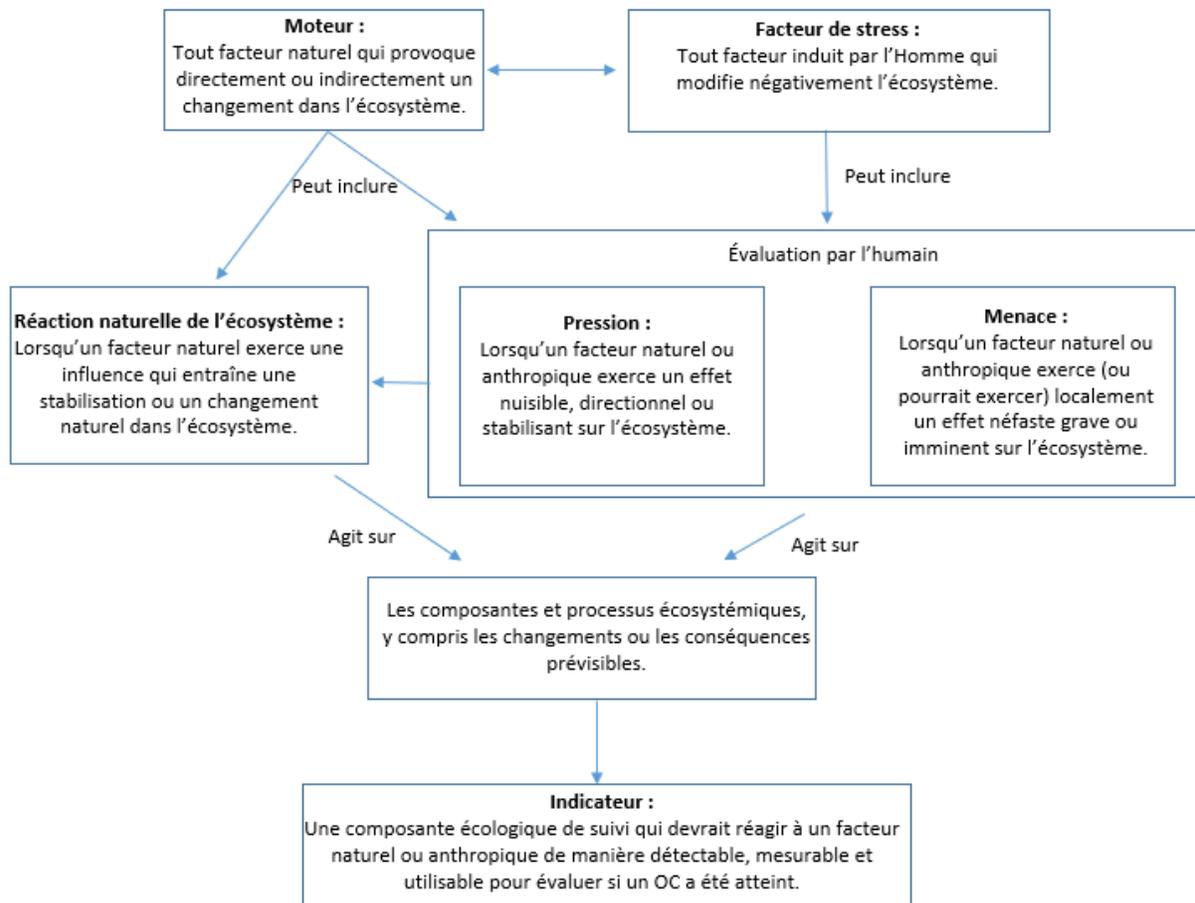


Figure 3. Représentation des relations entre l'indicateur, le moteur, le facteur de stress, la pression, la menace et la réaction naturelle de l'écosystème, dans le cadre de la surveillance de l'écosystème.

Il est important de distinguer les moteurs (c.-à-d. naturels) et les facteurs de stress (c.-à-d. anthropiques) comme étant locaux (c.-à-d. d'origine et d'action locales, délai plus court) ou envahissants (c.-à-d. d'origine et d'action larges, délai plus long), et de les définir comme étant des pressions (c.-à-d. légères, chroniques) ou des menaces (c.-à-d. intenses, imminentes). En effet, cette catégorisation peut influencer l'établissement des priorités dans les indicateurs à surveiller et l'action de gestion qui en résulte si un changement est remarqué. Par exemple, le changement climatique a été abordé; il s'agit d'un facteur de stress omniprésent qui exerce diverses pressions sur les écosystèmes, ce qui signifie qu'il est anthropique et qu'il provoque un changement directionnel, mais qu'il trouve son origine et opère à grande échelle, sur une plus longue période. Les facteurs de stress omniprésents, tels que le changement climatique, peuvent faire l'objet d'un suivi, mais les options d'action de gestion locale pour y faire face peuvent être, en fait, limitées. La surveillance de ces facteurs de stress omniprésents reste toutefois importante, car ils peuvent modifier les paramètres de base de l'écosystème sur lesquels agissent d'autres facteurs de stress. Ces effets interactifs se produiront à la fois d'un point de vue additif (p. ex., plusieurs facteurs de stress touchant le même paramètre) et d'un point de vue cumulatif (p. ex., les rétroactions internes au sein des facteurs de stress complexes et entre eux agissant ensemble).

Les avis scientifiques précédents ont fourni une évaluation des facteurs de stress, des répercussions et des séquences des effets pour la ZIAN de la baie Darnley (MPO, 2014). Cet avis relevait les principales caractéristiques ou propriétés du système, appelées composantes valorisées de l'écosystème (CVE), et utilisait des modèles de séquences des effets pour évaluer la manière dont les activités humaines pouvaient potentiellement se répercuter sur les CVE (MPO, 2014). Afin de relier les résultats de cette évaluation aux conseils actuels, les termes utilisés précédemment doivent être expliqués dans le contexte des définitions fournies ici :

- Les quatre « moteurs » omniprésents définis dans Pêches et Océans Canada (2014) sont tous anthropiques, et seraient donc appelés *facteurs de stress omniprésents* en utilisant les termes définis ici.
- Les 11 « moteurs » susceptibles de toucher les CVE définis dans Pêches et Océans Canada (2014) sont anthropiques, et seraient donc appelés ici *facteurs de stress*, et sont locaux.
- Les « facteurs de stress » définis dans Pêches et Océans Canada (2014) seraient appelés des *menaces* en utilisant les définitions fournies ici.
- Les effets resteraient désignés comme dans Pêches et Océans Canada (2014), c'est-à-dire l'effet potentiel de la menace sur la CVE.

Il est important de noter que cet avis actuel ne remplace pas les avis précédents concernant les facteurs de stress, les répercussions et les séquences des effets, mais qu'il apporte des éclaircissements en utilisant des définitions actualisées afin que l'avis se cumule et soit pertinent.

Plusieurs indicateurs de pressions et de menaces ont été définis comme pouvant faire l'objet d'un suivi; cependant, parmi ces indicateurs, seul le bruit anthropique a été explicitement abordé dans le présent document. Par conséquent, les conseils sur les autres indicateurs doivent être pris avec prudence et la consultation d'experts doit être demandée avant de concevoir un plan de surveillance précis pour les autres indicateurs de cette section.

#### *Bruit sous-marin d'origine anthropique*

Les principaux paramètres de mesure de cet indicateur sont les suivants :

1. le bruit des navires;
2. les données de suivi des navires;
3. les vocalisations des mammifères marins;
4. le bruit ambiant;
5. les caractéristiques de la propagation locale du bruit.

Il a été déterminé que le bruit sous-marin était l'un des principaux facteurs de stress potentiels pour l'écosystème de la ZPMAN (MPO 2014) et le groupe de travail de la ZPMAN l'a défini comme une préoccupation prioritaire pour la surveillance. La navigation est une préoccupation actuelle pour le groupe de travail de la ZPMAN et pour la communauté de Paulatuk. Le trafic maritime dans l'Arctique canadien augmente avec le déclin de la glace de mer; cependant, le bruit sous-marin anthropique est également généré par le transport local de petits bateaux appartenant à la communauté, de barges d'approvisionnement et de navires de recherche. Par conséquent, bien que tous les bruits ne soient pas des bruits de navigation et que le bruit ne

soit pas la seule répercussion de la navigation, on a gardé le bruit sous-marin anthropique comme un indicateur distinct, parce qu'il est défini comme indicateur dans la demande initiale de la communauté.

Bien que l'on soit en train de recueillir des données de référence sur le bruit, l'absence actuelle de données de référence pose problème pour le suivi des changements causés par les facteurs de stress anthropiques potentiels. Ce problème a été souligné comme un besoin à prendre en considération pour l'avenir. Pour la plupart des indicateurs de niveau trophique inférieur, l'influence du son est inconnue. L'effet du bruit sur les oiseaux marins est également un domaine peu étudié. L'effet du bruit sur les espèces potentiellement colonisatrices est également inconnu, et dépend de l'espèce.

Les options pour évaluer le bruit sous-marin anthropique comprennent la surveillance du bruit lui-même, la compréhension des effets du bruit sur les mammifères marins et l'exploration des propriétés de l'océan qui influencent le bruit (p. ex., la température, la salinité, la bathymétrie). Le taux de cortisol chez le béluga pourrait également indiquer un stress chronique. Bien qu'un lien direct entre le stress chronique et le cortisol ne puisse être établi en ce qui concerne la navigation, il pourrait être utilisé comme base de référence potentielle pour surveiller les changements (p. ex., Watt *et al.*, 2021).

*Concentration de contaminants dans l'environnement et chez les mammifères marins*

Les principaux paramètres de mesure de cet indicateur sont les suivants :

1. le mercure et les contaminants organiques dans les principales espèces de proies;
2. les contaminants organiques dans la graisse et le foie des mammifères marins;
3. les concentrations de mercure dans les muscles, le foie et la peau des mammifères marins;
4. des échantillons de tissus de mammifères marins pour l'archivage et les analyses, dans la mesure du possible;
5. des renseignements sur les biotraceurs trophiques et des données complémentaires sur la taille, le sexe et l'âge;
6. les microplastiques dans les voies digestives des principaux mammifères marins, des espèces de poissons et des sédiments;
7. des échantillons de sédiments en vrac pour l'archivage et les analyses.

La discussion concernant cet indicateur était limitée. Seuls des renseignements préliminaires sont donc fournis et un avis d'expert supplémentaire est nécessaire avant d'inclure cet indicateur dans un plan de surveillance. En outre, il peut être difficile de relier cet indicateur aux OC, car il se peut que les contaminants ne proviennent pas de la ZPMAN ou ne soient pas indicatifs des processus qui se produisent à l'intérieur des limites. Les rejets de contaminants hérités de la dégradation des zones de pergélisol peuvent également être pertinents, bien qu'ils aient été définis comme un manque de données. De même, le drainage de vastes zones par des rivières vers une baie semi-fermée comme la baie Darnley peut également être pertinent et également inconnu. Comme il existe un potentiel pour une mine de nickel au sud-est de la ZPMAN, il pourrait être utile d'établir des données de base sur les métaux lourds dans la région. Cependant, l'établissement de bases de référence en dehors de la composante centrale de la surveillance et les renseignements de base disponibles dans les zones situées en dehors de la ZPM pourraient être utilisés.

L'évaluation de la menace potentielle que représentent les plastiques océaniques pour les espèces marines a été classée comme une priorité par le groupe de travail de la ZPMAN,

même s'il convient de noter que cela reste une question de recherche plutôt qu'un objectif de surveillance. Il s'agit d'une lacune dans les données, car peu de recherches ont été publiées sur la prévalence des microplastiques dans l'environnement marin de l'ouest de l'Arctique, en particulier pour les animaux de niveau trophique supérieur.

#### *Autres considérations sur les menaces*

Les agents pathogènes et les parasites chez les mammifères marins sont considérés comme des menaces supplémentaires; toutefois, les indicateurs potentiels liés à cette menace ont été peu abordés. Seuls des renseignements préliminaires sont donc fournis et un avis d'expert supplémentaire est nécessaire avant d'inclure cet indicateur dans un plan de surveillance. En outre, il peut être difficile de relier cet indicateur aux OC, car il se peut que les agents pathogènes ne proviennent pas de la ZPMAN ou ne soient pas indicatifs des processus qui se produisent à l'intérieur des limites. Cependant, les agents pathogènes et les parasites restent une préoccupation pour la communauté et donnent des indications sur la santé d'espèces importantes. Les conséquences écologiques des agents pathogènes et des parasites chez les mammifères marins doivent être au centre de la surveillance, par opposition aux effets potentiels sur les humains, pour la composante écologique d'un plan de surveillance.

L'acidification des océans est également considérée comme étant une menace. Ce point n'a pas fait l'objet de discussions particulières, mais les considérations relatives à la surveillance de l'acidification des océans ont été relevées dans le cadre des discussions sur les indicateurs pertinents : le carbone organique dissous et l'alcalinité dans les propriétés océaniques clés et les concentrations d'éléments nutritifs; la chimie des carbonates dans les producteurs primaires pélagiques et associés à la glace; les ptéropodes, qui ont une coquille de carbonate de calcium, dans la composition, la structure et la fonction de la communauté zooplanctonique; les invertébrés benthiques dans la composition, la structure et la fonction de la communauté des invertébrés benthiques; les effets de l'acidification des océans sur les proies principales et donc sur le transfert d'énergie sont décrits à la Figure 2.

#### **Occurrences écologiques peu communes**

Les occurrences écologiques peu communes désignent des processus ou des moments inhabituels d'événements associés à l'écosystème. Le rôle principal de l'enregistrement d'occurrences écologiques peu communes dans le cadre d'un programme de surveillance serait de signaler des préoccupations potentielles qui nécessitent une étude plus approfondie ou de fournir un contexte qui pourrait être important si l'on veut comprendre d'autres données collectées. Une définition de ce qui est, ou n'est pas, considéré comme étant un événement peu commun sera importante si l'on veut déterminer les types d'informations enregistrées. Il est nécessaire d'établir des données de référence pour la ZPM afin de pouvoir relever une occurrence écologique épisodique ou peu commune. Bien que l'enregistrement de ces occurrences doive se concentrer sur la ZPMAN, les rapports concernant la zone en général, y compris le système terrestre, doivent être inclus, car ils peuvent indiquer des moteurs ou des facteurs de stress plus généraux qui sont pertinents pour la ZPM. La surveillance des événements peu communs est pertinente tant pour le thème de l'écologie et que pour celui du savoir autochtone d'un plan de surveillance éventuel.

#### **Connectivité entre les indicateurs et les programmes**

Aucun des indicateurs de surveillance présentés ici n'est destiné à être utilisé seul. Comme les différentes composantes de l'écosystème sont interreliées, les indicateurs destinés à les surveiller le sont également. Si les indicateurs individuels peuvent être suffisants pour éprouver des hypothèses concernant les tendances temporelles ou spatiales d'une seule composante de

l'écosystème (par exemple, les estimations de l'abondance de la population), aucun ne peut fournir suffisamment d'informations pour qu'on puisse éprouver des hypothèses sur les moteurs de changement sous-jacents (par exemple, la raison d'un déclin de la population au cours d'une année donnée). Par conséquent, la sélection des indicateurs qui seront finalement inclus dans un plan de surveillance de la ZPMAN doit prendre en considération la manière dont les indicateurs individuels peuvent se soutenir mutuellement dans un cadre de mise à l'épreuve d'hypothèses. Les données disponibles doivent permettre, non seulement de relever les corrélations potentielles, mais aussi d'éprouver et de rejeter les hypothèses concurrentes élaborées pour expliquer ou comprendre tout changement. L'objectif de la surveillance ne devrait pas être seulement de montrer si quelque chose a changé ou non, mais plutôt d'expliquer comment cela a changé, et d'informer également l'élaboration de mesures de gestion potentielles (par exemple, atténuation, assainissement).

Afin de faciliter la sélection des indicateurs, tant pour le plan de surveillance que pour éprouver les hypothèses concernant les moteurs de changement, on a déterminé la connectivité entre les indicateurs, et la force de ces liens a fait l'objet d'un classement (Tableau 1). Ces liens sont résumés ici, mais de plus amples informations sur chaque indicateur sont disponibles dans les sections pertinentes du présent document ainsi que dans le document de recherche connexe (Ehrman *et al.* 2022). La sélection d'un sous-ensemble de sites de surveillance à long terme et la coordination entre les programmes de surveillance et de recherche seront essentielles si l'on veut optimiser l'utilité des données afin de déceler les tendances (ou la stabilité) et d'éprouver les hypothèses.

Les indicateurs qui fournissent un contexte environnemental étaient généralement fortement liés aux indicateurs liés à l'intégrité biologique et du réseau trophique, comme on pouvait le supposer en raison du couplage des espèces et des habitats. Il y a toutefois quelques exceptions, et la force des liens variait selon les indicateurs. L'océanographie était fortement liée à tous les autres indicateurs relevés et est reconnue comme étant un élément fondamental de l'écosystème.

L'advection entre le large et la ZMP côtière relie les écosystèmes et les espèces du large et du littoral. Les remontées d'eau assurent un brassage important et rapprochent les eaux riches en éléments nutritifs de la surface, ce qui a une incidence importante sur l'abondance et la répartition des espèces marines. L'océanographie de base influe fortement sur la structure des communautés de poissons du large et revêt une grande importance pour les poissons côtiers et les poissons fourrage, ainsi que pour le zooplancton et le phytoplancton, et influe sur la base de proies des poissons côtiers et du large. L'océanographie de base influe également fortement sur la répartition des oiseaux de mer. Inversement, il existe des connexions entre les liens trophiques et l'océanographie; les ptéropodes peuvent fournir des informations sur l'océanographie et les propriétés des océans, y compris l'acidification des océans, qui constitue une menace.

Les poissons anadromes sont liés à l'océanographie de base par les préférences en matière de température et de salinité propres à chaque espèce. Les conditions océanographiques peuvent également constituer une voie d'accès pour les nouvelles espèces ou les espèces colonisatrices. Bien que les concentrations d'éléments nutritifs soient couplées à l'océanographie en tant qu'indicateur, elles n'étaient fortement liées qu'à l'océanographie de base, étaient moins fortement liées aux indicateurs de niveau trophique inférieur et n'étaient pas liées aux indicateurs de niveau trophique supérieur, tandis qu'on reconnaît que les concentrations d'éléments nutritifs fournissaient une source d'énergie de bas en haut, vers les poissons. La variabilité des concentrations d'éléments nutritifs peut réduire leur efficacité en tant qu'indicateur.

Les indicateurs qui fournissent un contexte environnemental lié à la glace (c.-à-d. les structures de la glace, l'épaisseur de la neige et de la glace, et le moment de la débâcle/de l'englacement) étaient fortement liés aux indicateurs liés à l'intégrité biologique et du réseau trophique, qui étaient également associés à la glace (c.-à-d. les producteurs primaires et les protistes associés à la glace). Outre les paramètres de la glace, l'épaisseur et la répartition de la neige sont également des caractéristiques importantes à surveiller. L'épaisseur de la glace et de la neige influe sur la pénétration de la lumière, ce qui peut avoir des conséquences sur le comportement de recherche de nourriture de la morue arctique. L'épaisseur de la glace et la neige peuvent avoir une incidence sur la recherche visuelle de nourriture et influencer négativement sur les régimes alimentaires. L'épaisseur de la glace peut également avoir des répercussions sur les poissons du littoral et les invertébrés benthiques si la glace touche le fond. L'importance des structures de la glace pour les poissons est cependant présumée faible, sauf en ce qui concerne la morue arctique, pour son utilisation de l'habitat, les poissons du littoral, pour le déplacement et les mouvements de l'habitat, et possiblement les salmonidés, qui utilisent les lisières des glaces pour la recherche de la nourriture. Parmi les poissons, la glace est particulièrement importante pour la morue arctique. Elle est liée au frai et à la recherche de nourriture et sert également de refuge contre les prédateurs. La débâcle influe sur l'utilisation de l'habitat de la morue arctique et a une incidence directe sur le moment où les poissons peuvent s'alimenter. En général, pour les espèces nouvellement colonisatrices ou envahissantes, la présence de glace aura une incidence sur la survie, et l'épaisseur de la glace est moins significative, mais peut tout de même avoir des répercussions sur l'établissement. La présence de neige et de glace influe sur les mouvements et la migration des oiseaux de mer.

De façon plus générale, on ne sait pas si l'état de l'écosystème est davantage touché par les changements dans le moment de la débâcle ou de l'englacement; cependant, on prévoit que le moment de la débâcle aura un effet plus important. Des périodes plus précoces de déglacement et plus tardives de formation de la glace auront une incidence sur la productivité des différences composantes de l'écosystème (côtières, littorales/plateaux, hauturières) et toucheront également les mécanismes de transport comme les mouvements de masse d'eau (poussée par le vent ou par l'inertie) et, par extension, le transport passif des éléments nutritifs et du biote. La débâcle et l'englacement étaient fortement liés à tous les autres indicateurs biologiques, à l'exception de ceux concernant les invertébrés benthiques et, dans une moindre mesure, des poissons du large. La débâcle était plus fortement liée aux producteurs primaires et aux protistes sous la glace et associés à la glace que l'englacement. La débâcle était également plus fortement liée aux poissons que l'englacement en raison des conséquences de la débâcle sur la température de la surface de la mer et sur les mouvements des poissons, y compris la migration, et aussi parce que la débâcle touche directement les endroits où les poissons peuvent se nourrir. La débâcle influe aussi fortement sur les déplacements des espèces de poissons anadromes, sur le frai et sur l'utilisation générale de l'habitat. En eau douce, cependant, l'englacement peut être plus important que la débâcle pour les poissons anadromes, car la migration vers l'amont semble être mue par des signaux lumineux, et le frai actif est mu par les températures de l'eau douce. La concentration partielle de la glace peut également être importante, en plus des saisons de débâcle et d'englacement. Par exemple, les polynies sont pertinentes en tant qu'éléments essentiels de l'habitat. De même, la glace de mer flottante en été est un habitat éphémère, mais physique pertinent qui concentre le biote. En outre, le fait de classer les saisons glaciaires en deux catégories, à savoir la débâcle et l'englacement, est une simplification excessive, car il existe des phases pendant l'englacement et la débâcle. Enfin, il faut tenir compte de la variabilité temporelle et spatiale de l'englacement et de la débâcle à l'intérieur de la ZPM ainsi qu'entre la ZPM et la grande région de la baie de Darnley. La glace de mer peut également constituer un obstacle à la visualisation du milieu

aquatique (par exemple, on ne peut pas voir la morue à travers la glace). Les données découlant des indicateurs de l'océanographie de base et de la glace de mer/neige seront particulièrement pertinentes pour expliquer les schémas de l'abondance relative et de la biomasse des poissons fourrage, et le recrutement est lié aux conditions environnementales pour les trois espèces de poissons fourrage.

La répartition des habitats benthiques était fortement liée aux indicateurs liés à l'intégrité biologique et du réseau trophique qui dépendent du benthos. L'habitat benthique est fortement lié aux poissons côtiers en raison de la disponibilité de l'habitat et des possibilités de recherche de nourriture; pour les poissons fourrage, la taille des sédiments limite le frai du capelan et la disponibilité et l'utilisation de l'habitat pour le lançon. La répartition des habitats benthiques était également liée aux poissons du large, car bon nombre d'espèces de poissons du large sont présentes dans le benthos. Les habitats benthiques étaient associés aux espèces potentiellement colonisatrices en raison du lien entre la possibilité de colonisation par de nouvelles espèces et les exigences en matière d'habitat benthique (par exemple, le crabe vert [*Carcinus maenas*]). Les ombles anadromes, cependant, sont moins fortement liés à l'habitat benthique parce qu'ils se nourrissent en milieu pélagique, alors que le corégone tschir se nourrit en milieu benthique et peut donc être plus étroitement lié. Il existe un lien fort remarqué entre le phoque barbu et le benthos, y compris les habitats benthiques et la composition des communautés d'invertébrés benthiques, en raison de leur dépendance à l'égard du benthos comme source de nourriture et des répercussions connexes des phoques barbues sur l'environnement benthique. Le lien entre les autres espèces de phoques et le benthos était moins fort. La répartition des habitats benthiques était fortement liée au bruit sous-marin anthropique, un indicateur lié aux agents de stress et aux menaces, en raison de la possibilité, pour les propriétés de l'océan, d'influer sur la transmission du bruit.

Les changements côtiers étaient fortement liés aux indicateurs liés à l'intégrité biologique et du réseau trophique concernant les poissons côtiers, les poissons fourrage et les poissons anadromes, en raison de leur proximité et de leur dépendance vis-à-vis de l'environnement côtier. Par exemple, les changements côtiers auraient des répercussions sur la qualité des habitats (y compris les habitats de frai), en raison de l'augmentation des sédiments pour les poissons fourrage. Les changements côtiers toucheraient également la structure benthique, et pourraient influencer sur l'établissement d'espèces nouvellement colonisatrices ou envahissantes. L'érosion aurait également des répercussions sur l'utilisation de la vue pour la recherche de nourriture, de par sa connexion aux liens trophiques (proies des poissons), ainsi qu'aux prédateurs visuels comme les poissons anadromes. Les changements côtiers peuvent également avoir des conséquences sur le déplacement des proies des poissons. Les changements côtiers étaient moins fortement liés aux producteurs d'eau libre et aux protistes, ainsi qu'aux mammifères marins (en raison de la turbidité). Les changements côtiers étaient faiblement liés au zooplancton, aux invertébrés benthiques, aux oiseaux de mer et au bruit sous-marin anthropique. Il n'y avait pas de lien entre les changements côtiers et les producteurs primaires et protistes sous la glace et associés à la glace et les poissons du large.

Des liens ont également été relevés entre les indicateurs liés à l'intégrité biologique et du réseau trophique. Cependant, la diversité écologique importante dans la baie de Darnley ne peut être facilement réduite à de simples associations. Par conséquent, seules des généralités superficielles sont possibles, sauf lorsque des espèces particulières sont mentionnées. Les producteurs primaires associés à la glace, sous la glace et en eau libre, le zooplancton et les invertébrés benthiques constituent une source de nourriture pour les poissons (indicateurs de poissons côtiers, du large et fourrage), y compris aux stades larvaires, et sont donc fortement liés aux poissons. La structure de la communauté d'invertébrés benthiques était également

fortement liée aux indicateurs des poissons en raison des liens avec l'habitat des larves de poissons, en tant qu'habitat particulier pour différents stades du cycle biologique et espèces et en tant que source de nourriture pour les poissons. Le lien entre les poissons et la communauté d'invertébrés benthiques varie selon les espèces. Le corégone tschir (*Coregonus nasus*), par exemple, est plus fortement lié à la communauté benthique que l'omble ou le capelan en raison de ses préférences alimentaires et de son utilisation de l'habitat. De même, il existe des différences dans les liens entre les producteurs primaires et les poissons fourrage : la morue est fortement liée aux proies associées à la glace et aux eaux libres, ainsi qu'à l'habitat en eaux libres, tandis que le lançon est davantage associé au littoral et que le capelan utilise à la fois le littoral et le large au cours des différents stades de son cycle biologique. Les poissons anadromes peuvent être faiblement liés au biote associé à la glace en se nourrissant à la lisière des glaces. Cependant, il existe un lien fort entre les poissons anadromes et les producteurs primaires d'eau libre, le zooplancton et les poissons fourrage comme base alimentaire primaire. Bien que les poissons anadromes soient liés aux environnements littoraux et extracôtiers pour la disponibilité de la nourriture et l'utilisation de l'habitat, certains liens peuvent n'être pertinents que pour des espèces particulières (p. ex. utilisation de l'habitat par le corégone tschir et par l'omble). Les poissons anadromes aux stades de vie juvéniles peuvent également servir de nourriture à d'autres prédateurs. Les poissons fourrage sont une source importante de proies pour l'omble chevalier et d'autres grands poissons piscivores, les oiseaux de mer et les mammifères marins. Les espèces nouvellement colonisatrices ou envahissantes sont moins fortement liées au biote associé à la glace, sous la glace et d'eau libre. Une plus grande biodiversité parmi les espèces de niveau trophique inférieur peut entraîner une plus grande résilience face aux espèces colonisatrices. L'environnement extracôtier est un vecteur essentiel pour les espèces nouvellement colonisatrices, et l'environnement du littoral est important pour l'établissement. Les espèces nouvellement colonisatrices peuvent devenir des proies pour les poissons anadromes, du littoral et du large, et les changements de régime alimentaire des espèces nordiques pourraient indiquer un changement de l'écosystème ou la présence d'une nouvelle espèce.

Les indicateurs relatifs aux mammifères marins avaient également des liens étroits avec tous les indicateurs qui fournissent un contexte environnemental, en raison de leur association avec l'habitat, ainsi qu'avec bon nombre d'indicateurs liés à l'intégrité biologique et du réseau trophique, en raison du lien avec la disponibilité de la nourriture. En réalité, la présence/absence de mammifères marins, le moment où ils sont présents, l'utilisation de l'habitat et la composition des groupes sont si étroitement liés aux proies des mammifères marins qu'ils ont été classés de la même façon pour tous les indicateurs. Les mammifères marins étaient seulement moins fortement associés au zooplancton et aux espèces potentiellement colonisatrices, et étaient faiblement associés aux poissons anadromes et aux oiseaux de mer.

Les oiseaux de mer étaient également liés à certains indicateurs du contexte environnemental et de l'intégrité biologique et du réseau trophique, même si les associations étaient plus variables et assez dépendantes des espèces. Les oiseaux de mer étaient fortement liés à la débâcle et à l'englacement, car la présence de glace influe sur l'accès à la nourriture. De même, les oiseaux de mer étaient fortement associés aux liens trophiques (poissons proies), aux producteurs primaires d'eau libre, au zooplancton et aux invertébrés benthiques comme sources de nourriture, bien qu'il y ait des différences entre les espèces. Les oiseaux de mer étaient fortement liés aux poissons du large, du littoral et aux principaux poissons fourrage comme sources de nourriture. Les oiseaux de mer n'étaient que faiblement liés aux poissons anadromes et à l'érosion côtière.

Le bruit sous-marin anthropique, un indicateur lié aux agents de stress et aux menaces, était fortement lié à presque tous les indicateurs du contexte environnemental et aux indicateurs liés à l'intégrité biologique et du réseau trophique pour les espèces de niveau trophique supérieur. Le bruit peut également avoir une incidence sur ces indicateurs, et certains d'entre eux peuvent influencer sur la propagation du bruit (par exemple, les habitats benthiques).

Région du Centre et de l'Arctique

Tableau 1. Évaluation de la connectivité entre les indicateurs et de la force de ces liens [catégorisés comme ? = inconnu; x = non applicable; ou ont été classés de 0 (aucun lien) à 3 (lien fort)]. Les réponses multiples dans une case indiquent : 1) des liens différents entre les espèces au sein d'un indicateur pour les oiseaux marins; ou 2) des liens différents pour l'englacement (chiffres du haut) ou la débâcle (chiffres du bas) de la glace; ou 3) un lien faible (1) ou inconnu (?) pour le bruit anthropique en raison du manque de renseignements disponibles. Les principaux indices de surveillance (c'est-à-dire les données réelles à collecter) sont décrits pour chaque indicateur dans le document de recherche qui l'accompagne (Ehrman et al. 2022).

	Océanographie de base	Répartition des habitats benthiques	Structures de glace	Épaisseur de la neige et de la glace	Moment de la débâcle/de l' englacement	Changements littoraux	Concentrations de nutriments	Liens trophiques (proies des poissons) (liens trophiques et transfert d' énergie)	Liens trophiques (proies des mammifères marins) (liens trophiques et transfert d' énergie)	Producteurs primaires sous la glace et protistes	Producteurs primaires associés à la glace et protistes	Producteurs primaires en eau libre et protistes	Zooplankton	Invertébrés benthiques	Poissons des zones extracôtières	Poissons des zones côtières	Principales espèces fourragères	Poissons anadromes	Oiseaux de mer	Mammifères marins	Bruit sous-marin d' origine anthropique	Espèces potentiellement colonisatrices
Océanographie de base	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3
Répartition des habitats benthiques	-	-	-	-	-	-	1	3	3	1	1	1	3	3	2	3	3	1	1/3	3	3	3
Structures de glace	-	-	-	-	-	-	X	3	3	3	3	X	2	1	2	3	3	2	1	3	3	3
Épaisseur de la neige et de la glace	-	-	-	-	-	-	X	2	3	3	3	X	2	X	1	3	3	0	1	3	3	2
Moment de la débâcle/de l'englacement	-	-	-	-	-	-	X	3	3	3/1	3/1	3/3	3/3	1	2	3	3	3	3	3	3	3
Changements littoraux	-	-	-	-	-	-	X	2	2	0	0	2	1	1	0	3	3	3	1	2	1	2
Concentrations de nutriments	-	-	-	-	-	-	-	3	2	3	3	3	3	1	3	3	3	3	2	2	1/?	2
Liens trophiques (proies des poissons)	-	-	-	-	-	-	X	-	3	3	3	1	?	?	X	X	3	3	3	3	3	2
Liens trophiques (proies des mammifères marins)	-	-	-	-	-	-	X	3	-	X	X	X	X	X	X	X	3	3	1	3	3	?

	Océanographie de base	Répartition des habitats benthiques	Structures de glace	Épaisseur de la neige et de la glace	Moment de la débâcle/de l' englacement	Changements littoraux	Concentrations de nutriments	Liens trophiques (proies des poissons) (liens trophiques et transfert d' énergie)	Liens trophiques (proies des mammifères marins) (liens trophiques et transfert d' énergie)	Producteurs primaires sous la glace et protistes	Producteurs primaires associés à la glace et protistes	Producteurs primaires en eau libre et protistes	Zooplankton	Invertébrés benthiques	Poissons des zones extracôtières	Poissons des zones côtières	Principales espèces fourragères	Poissons anadromes	Oiseaux de mer	Mammifères marins	Bruit sous-marin d' origine anthropique	Espèces potentiellement colonisatrices
Producteurs primaires sous la glace et protistes	-	-	-	-	-	-	2	3	3	-	3	1	2	1	3	3	3	2	1	3	1/?	1
Producteurs primaires associés à la glace et protistes	-	-	-	-	-	-	2	3	3	3	-	1	2	2	3	3	3	2	1	3	1/?	1
Producteurs primaires en eau libre et protistes	-	-	-	-	-	-	2	3	3	2	1	-	3	3	3	3	3	2	2/3	3	1/?	2
Communauté zooplanctonique	-	-	-	-	-	-	2	3	2	2	2	3	-	2	3	3	3	3	3	2	1/?	2
Communauté benthique	-	-	-	-	-	-	2	3	3	1	1	1	X	-	3	3	2	3	1/3	3	1/?	2
Communauté de poissons des zones extracôtières	-	-	-	-	-	-	X	3	3	1	1	1	X	1	-	3	3	3	3	3	3	2
Communauté de poissons	-	-	-	-	-	-	X	3	3	1	1	1	X	1	X	-	3	3	3	3	3	2
Principales espèces fourragères	-	-	-	-	-	-	X	3	3	1	X	X	X	X	X	X	-	?	3	3	3	2
Poissons anadromes	-	-	-	-	-	-	X	2	1	X	X	X	X	X	X	X	3	-	1	1	?	2
Oiseaux de mer	-	-	-	-	-	-	1	3	1	X	X	X	X	1	X	X	3	3	-	1	2	?
Mammifères marins	-	-	-	-	-	-	X	3	3	X	X	X	X	2	X	X	3	3	1	-	3	?
Bruit sous-marin d'origine anthropique	-	-	-	-	-	-	X	3	?	X	X	X	X	X/2	X	X	3	3	2	3	-	?
Espèces potentiellement colonisatrices	-	-	-	-	-	-	2	2	?	1	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	?	-

## CONCLUSIONS

L'engagement du gouvernement du Canada à établir des ZPM exige que les données et les renseignements étayent les évaluations et toute prise de décision subséquente. Il peut être difficile de recueillir des données pertinentes sur les ZPM de la région de l'Arctique parce qu'elles couvrent généralement des zones plus étendues, qu'il est difficile d'y accéder pendant certaines saisons (p. ex. l'hiver) et que les données de base sont souvent limitées. Il est urgent d'établir une surveillance efficace dans cette région en raison des changements environnementaux rapides vécus récemment et aujourd'hui, de l'augmentation significative de l'étendue des zones nécessitant une protection et une gestion, et des services essentiels fournis par les écosystèmes côtiers de l'Arctique aux peuples autochtones. Il sera important d'envisager des protocoles et des approches pour la surveillance qui pourraient être transférables à partir d'autres programmes et/ou zones également.

Cet avis scientifique utilise les thèmes écologiques déterminés dans l'ébauche du plan de surveillance élaboré par le groupe de travail de la ZPMAN afin d'éclairer davantage l'élaboration du plan de surveillance écologique de la ZPMAN. L'organisation des indicateurs en catégories d'indicateurs qui fournissent un contexte environnemental, d'indicateurs de l'intégrité biologique et de la chaîne alimentaire, et d'indicateurs de pressions ou de menaces fournit une structure importante permettant de déterminer les indicateurs à surveiller. Cette organisation permet également de mettre en évidence les liens entre les indicateurs et la connectivité entre les composants de l'écosystème. Si les indicateurs individuels peuvent être suffisants pour tester des hypothèses concernant les tendances temporelles ou spatiales d'un seul composant de l'écosystème, aucun ne peut fournir suffisamment de données pour tester des hypothèses sur les moteurs sous-jacents et les ramifications du changement. L'objectif du suivi ne doit pas être seulement de montrer si quelque chose a changé ou non, mais plutôt d'expliquer comment cela a changé et ce qui peut être fait à ce sujet.

Compte tenu du processus de cogestion, un atelier distinct et parallèle devrait avoir lieu avec le groupe de travail de la ZPMAN afin de présenter cet avis scientifique aux détenteurs du savoir autochtone pour qu'ils en tiennent compte lors de l'élaboration du plan de surveillance.

## AUTRES CONSIDÉRATIONS

- Un réseau de surveillance sera important, d'autant plus que les zones protégées se multiplient dans l'Arctique (par exemple, la zone de protection marine Tarium Niryutait, Tuvaijuittuq, l'aire marine nationale de conservation Tallurutiup Imanga).
- Le savoir autochtone contribuera à la documentation des connaissances pour soutenir la gestion de la zone. Ce savoir sera également important pour la conception conjointe des programmes de recherche et de surveillance.
- Il serait utile de passer en revue les activités de surveillance passées et en cours dans et en dehors de la ZPMAN, de déterminer les leçons apprises et de résumer la politique et les directives de surveillance afin de guider l'élaboration d'un plan de surveillance.
- L'élaboration d'une liste d'espèces indicatrices dépassait le cadre de ce processus. Cependant, l'information pertinente pour la sélection des espèces indicatrices est résumée à l'Annexe C de Ehrman *et al.* (2022), lorsqu'elle était disponible.
- Un processus avec des experts en la matière, qui sera mené de façon séparée, pourrait s'appuyer sur ces avis pour décrire comment le plan de suivi pourra être mis en œuvre sur le terrain; on traitera notamment de méthodes de collecte de données, d'analyses (p. ex.,

stratégie, seuil, analyse de sensibilité), de gestion des données et de production de rapports.

- Les mesures de gestion et d'atténuation devront s'adapter à l'évolution de l'intensité et de la fréquence des facteurs de stress d'origine anthropique et naturelle. En outre, ces mesures devront évoluer au fur et à mesure que notre compréhension de la zone s'élargira.

### Surveillance de l'Arctique du futur

L'Arctique connaît des changements climatiques et environnementaux rapides, qui peuvent toucher l'écosystème marin, les espèces et les processus écologiques dans la ZPMAN. Ces changements environnementaux sont également associés à de nouvelles possibilités et de nouveaux défis socioéconomiques pour la région de l'Arctique (Règlement sur les ZPMAN, gouvernement du Canada 2016). Par exemple, le réchauffement pourrait entraîner une saison de navigation prolongée et créer de nouvelles routes de navigation, ce qui pourrait par ailleurs faciliter l'accès à l'exploration et à l'exploitation minière, pétrolière et gazière, à davantage de possibilités de pêche commerciale, à la recherche et au tourisme dans l'Arctique, y compris les petits navires. L'accessibilité accrue à ces types d'activités pose toutefois un risque pour les habitats, la biodiversité et les fonctions écosystémiques dans l'Arctique et à l'intérieur de la ZPMAN, en particulier. S'assurer que les activités de navigation commerciale, les activités touristiques à petite et grande échelle, les rejets des navires et les plastiques dans les océans ne perturbent pas ou ne perturbent pas les mammifères marins dans la ZPMAN, ou ne dégradent pas les habitats ou les espèces de la ZPMAN, restent une priorité de surveillance absolue pour le groupe de travail de la ZPMAN (Ehrman *et al.* 2022, Annexe A).

Un plan de surveillance orienté vers l'avenir doit rester flexible pour intégrer de nouveaux indicateurs de menaces anthropiques prévisibles. Sinon, les données risquent de manquer pour produire une base de référence crédible par rapport à laquelle les effets d'une menace peuvent être mesurés (par exemple, le forage en mer, l'exploitation minière à proximité du littoral, la construction de ports ou le dragage). Les indicateurs recommandés pour fournir un contexte environnemental de base et ceux qui indiquent l'intégrité biologique et du réseau alimentaire resteront applicables à l'évaluation des OC, quelles que soient les menaces précises susceptibles de toucher l'écosystème (pour plus de détails, consulter Ehrman *et al.* 2022). Cependant, il est recommandé de traiter les indicateurs des facteurs de stress et des menaces comme des modules – leur applicabilité doit être réévaluée régulièrement, et des indicateurs doivent être ajoutés ou supprimés au fur et à mesure que les menaces deviennent imminentes ou sont résolues (pour plus de détails, consulter Ehrman *et al.* 2022). Certains peuvent être semi-permanents, comme la surveillance des agents pathogènes dans les mammifères marins pêchés. D'autres peuvent n'être applicables que pendant quelques années pour suivre une activité à court terme.

La conservation par zone est également mise à mal par les déplacements spatiaux des principaux composants des écosystèmes susceptibles de se produire en réaction aux changements et à la variabilité climatiques. La répartition des espèces, la recherche de nourriture, les profils de déplacement et les associations d'habitats devraient s'adapter, de sorte que la conservation peut devenir une cible mouvante. En outre, la ZMP sera influencée par des facteurs de stress à l'intérieur et à l'extérieur de ses limites. Les espèces migratrices seront touchées par les facteurs de stress rencontrés dans l'ensemble de leur aire de répartition, tandis que les espèces non migratrices sont davantage influencées par les changements survenant à l'intérieur des limites de la ZMP. L'adaptabilité doit être intégrée dans un plan de surveillance autant que possible, en mettant l'accent sur la préservation des fonctions clés.

## LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Tous les participants aux réunions d'examen scientifique par les pairs sont censés y participer en tant que personnes objectives et bien informées sur le sujet faisant l'objet de l'examen, et non en tant que défenseurs ou représentants d'un groupe d'intérêt.

Nom	Organisme/Affiliation
Jason Stow (co-président)	MPO, Secteur des sciences, région du Centre et de l'Arctique
Joclyn Paulic (co-présidente)	MPO, Secteur des sciences, région du Centre et de l'Arctique
Kayla Gagliardi (rapporteuse)	MPO, Secteur des sciences, région du Centre et de l'Arctique
Steve Alexander	Secteur des sciences du MPO, région de la capitale nationale
Karen Dunmall	MPO, Secteur des sciences, région du Centre et de l'Arctique
Ashley Ehrman	MPO, Secteur des sciences, région du Centre et de l'Arctique
Jane Eert	MPO, Secteur des sciences, Région du Pacifique
Kimberly Howland	MPO, Secteur des sciences, région du Centre et de l'Arctique
Lisa Loseto	MPO, Secteur des sciences, région du Centre et de l'Arctique
Andy Majewski	MPO, Secteur des sciences, région du Centre et de l'Arctique
Darcy McNicholl	MPO, Secteur des sciences, région du Centre et de l'Arctique
Neda Mehdipour	MPO, Secteur des sciences, région du Centre et de l'Arctique
Humfrey Melling	MPO, Secteur des sciences, Région du Pacifique
Andrea Niemi	MPO, Secteur des sciences, région du Centre et de l'Arctique
Monika Pućko	MPO, Secteur des sciences, région du Centre et de l'Arctique
Jim Reist	MPO, Secteur des sciences, région du Centre et de l'Arctique
David Yurkowski	MPO, Secteur des sciences, région du Centre et de l'Arctique
Jasmine Brewster	MPO, Planification et conservation marines, Région du Centre et de l'Arctique
Erica Wall	Environnement et Changement climatique Canada
Dustin Whalen	Ressources naturelles Canada
Burton Ayles	Comité mixte de gestion des pêches
Stephen Insley	Wildlife Conservation Society Canada
Valerie Cypihot	Université Laval
John Iacozza	Université du Manitoba

## SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 18 au 20 février 2020 sur l'avis scientifique à l'appui de l'élaboration d'un plan de suivi écologique pour la zone de protection marine d'Anguniaqvia niqiqyuam. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

- Ehrman, A., Loseto, L., Pućko, M., Melling, H., Michel, C., Reist, J., McNicholl, D. et Dunmall, K. 2022. [Indicateurs et stratégies possibles de surveillance écologique pour la zone de protection marine d'Anguniaqvia niqiqyuam et résumé des renseignements disponibles](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/036. vii + 175 p.
- Gouvernement du Canada. 2016. [Règlement sur les zones de protection marine d'Anguniaqvia niqiqyuam](#). La Gazette du Canada, Partie I, volume 150, numéro 26: 622 p.
- Majewski, A.R., Atchison, S., MacPhee, S., Eert, J., Niemi, A., Michel, C., and Reist, J.D. 2017. [Marine fish community structure and habitat associations on the Canadian Beaufort shelf and slope](#). Deep Sea Res. Part 1: Oceanogr. Res. Pap. 121: 169–182.
- MPO. 2011. [Établissement d'objectifs de conservation et de limites géographiques pour la zone d'intérêt \(ZI\) de la baie Darnley](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2011/009.
- MPO. 2014. [Évaluation des agents de stress, des impacts et des séquences des effets dans la zone d'intérêt Anuniaqvia Niqiqyuam/baie Darnley dans le cadre de la désignation des zones de protection marine](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/002.
- MPO. 2015. [Zone d'intérêt Anguniaqvia Niqiqyuam : indicateurs, protocoles et stratégies de surveillance](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2015/025.
- MPO. 2021. [Compte rendu de la réunion régionale d'examen par les pairs de l'Avis scientifique à l'appui de l'élaboration d'un plan de suivi écologique pour la zone de protection marine d'Anguniaqvia niqiqyuam; du 18 au 20 février 2020](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2021/001.
- Schimnowski, O., Chmelnitsky, E., Hedges, K., and Loseto, L. 2017. [Potential monitoring indicators, protocols and strategies for the Anguniaqvia Niqiqyuam Area of Interest](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/003. v + 23 p.
- Watt, C.A., Simonee, J., L'Herault, V., Zhou, R., Ferguson, S.H., Marcoux, M., and Black, S. 2021. [Cortisol levels in narwhal \(\*Monodon Monoceros\*\) blubber from 2000 to 2019](#). Arctic Sci. 7(3).

## ANNEXE 1. RÉSUMÉ DES INDICATEURS RECOMMANDÉS POUR LE SUIVI DES OBJECTIFS DE CONSERVATION DE LA ZPMAN

Tableau A1. Les indicateurs sont énumérés et les renseignements comprenant les changements hypothétiques de l'écosystème que l'indicateur est censé capturer, la pertinence pour les OC de la ZPMAN, les stratégies de surveillance clés recommandées et les priorités du groupe de travail de la ZPMAN auxquelles l'indicateur répond. Les indicateurs ont été divisés en trois catégories : les indicateurs qui fournissent un contexte environnemental de base; les indicateurs de l'intégrité biologique et du réseau alimentaire; et les indicateurs des facteurs de stress et des menaces. Les principaux indices de surveillance (c'est-à-dire les données réelles à collecter) sont décrits pour chaque indicateur dans le document de recherche qui l'accompagne (Ehrman et al. 2022).

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
<b>INDICATEURS QUI FOURNISSENT UN CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL FONDAMENTAL</b>				
5.1 Paramètres océanographiques de base et concentrations de nutriments	–	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sous-tend l'habitat physique et le cadre de toute la vie marine.</li> <li>Nécessaire pour tester les hypothèses concernant les mécanismes de changement pour les organismes à tous les niveaux trophiques, y compris les prédateurs des niveaux supérieurs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan d'échantillonnage à deux niveaux comprenant un échantillonnage fréquent sur quelques sites locaux clés, associé à un échantillonnage moins fréquent à une échelle géographique plus large.</li> <li>Instruments amarrés pour des mesures continues et en temps réel des variables de l'habitat.</li> <li>ADCP amarrés pour mesurer les courants et déterminer les régimes de circulation de l'eau.</li> <li>Modélisation biophysique (valeur ajoutée aux données collectées par la surveillance directe; les résultats du modèle peuvent fournir des données pour améliorer le programme de surveillance).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presque tout. Il est fortement recommandé que l'océanographie de base fasse partie intégrante de tout plan de surveillance des écosystèmes marins, car elle prépare le terrain pour tous les processus biologiques et elle est nécessaire pour une surveillance fondée sur des hypothèses.</li> <li>Sous-tend l'interprétation des données biologiques pour les priorités dans les domaines suivants : <ol style="list-style-type: none"> <li>Récolte de subsistance</li> <li>Environnements au large et littoraux</li> <li>Événements inhabituels</li> </ol> </li> <li>Les indices sont fortement liés aux indicateurs de production primaire et de répartition des animaux.</li> </ul>

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
				<ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessaire pour déterminer la vitesse du son afin d'interpréter les données sur le bruit sous-marin associé à la navigation et au tourisme.</li> </ul>
5.2 Structures de la glace, neige et épaisseur, moment de la débâcle/l'englacement	–	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sous-tend les cycles annuels de productivité biologique et les cycles vitaux des animaux à tous les niveaux de la chaîne alimentaire; influence la production primaire et la reconstitution des nutriments à la base de la chaîne alimentaire qui ont des effets en cascade sur les animaux des niveaux trophiques supérieurs.</li> <li>Le moment et la répartition de la neige et de la glace reflètent les conditions climatiques et océanographiques à grande échelle qui ont un impact sur l'adéquation de l'habitat, le recrutement, la disponibilité de la nourriture et/ou le moment de la migration verticale pour le zooplancton, les poissons fourrage, l'omble chevalier, les oiseaux marins et les mammifères marins. La neige et la glace sont des paramètres d'habitat essentiels pour les bélugas, les phoques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse des tendances historiques de la débâcle et de l'englacement dans la baie Darnley à l'aide de cartes des glaces archivées et d'images satellites du Service canadien des glaces (SCG) (en tenant compte des différences entre les parties sud, centrale et nord de la ZPMAN).</li> <li>Utilisation continue des données annuelles du SCG pour surveiller les tendances de débâcle et d'englacement.</li> <li>Lien entre les programmes communautaires existants pour surveiller les paramètres de la neige et de la glace dans la ZMP.</li> <li>Lorsque les conditions sont sécuritaires, réalisation de relevés en motoneige de l'épaisseur de la neige et de la glace le long de transects réguliers qui permettent de saisir l'hétérogénéité spatiale.</li> <li>La mesure de l'épaisseur de la banquise côtière pourrait être lancée dans le cadre d'un programme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presque tout. La surveillance de la période et de la répartition de la neige et de la glace est fortement recommandée comme partie intégrante de tout plan de surveillance des écosystèmes marins de l'Arctique. La compréhension de la période de la glace de mer et de la répartition de la neige sera nécessaire pour une surveillance du comportement des animaux fondée sur des hypothèses.</li> <li>Les priorités précises abordées sont les suivantes : <ol style="list-style-type: none"> <li>Résumer et examiner les tendances de la concentration de la glace de mer, le moment de l'englacement et du dégagement, les mouvements, la répartition et le type de glace dans la ZPMAN au large et dans les eaux adjacentes dans le passé, le présent et le futur.</li> <li>Établir des données de référence sur l'étendue, la concentration, le type et le moment de la présence de la glace de mer dans la</li> </ol> </li> </ul>

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
		annelés et barbus et les ours polaires.	<p>d'observation météorologique.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilisation de profileurs de glace amarrés et orientés vers le haut pour saisir les mouvements saisonniers de la glace dans les zones auxquelles on accède moins fréquemment (par exemple, la ZPMAN nord).</li> </ul>	ZPMAN littorale, en tant que substrat pour les déplacements, en tant qu'habitat des phoques et des ours, en tant que composante de l'écosystème.
5.3 Répartition des habitats benthiques	–	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lié à la répartition des espèces benthiques, aux points chauds de la biomasse et aux processus océanographiques, qui influencent la disponibilité de la nourriture provenant des producteurs primaires et les comportements de recherche de nourriture des mammifères marins, des poissons et des oiseaux de mer du niveau trophique supérieur (notamment les phoques barbus et les Eiders). Peut identifier des habitats attractifs pour les bélugas (p. ex. rochers leur permettant de se frotter).</li> <li>Condition préalable pour déterminer les emplacements des habitats benthiques sensibles avant d'accorder des autorisations pour des</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relevés initiaux visant à cartographier la bathymétrie, les caractéristiques du fond et les types de sédiments dans toute la baie Darnley en utilisant une combinaison de technologies non invasives telles que des traîneaux benthiques montés sur caméra et des VTG, LiDAR (collaboration avec le Service hydrographique du Canada), système hydroacoustique multifaisceaux monté sur navire et/ou données radar par satellite.</li> <li>Plan d'échantillonnage aléatoire stratifié annuel ou semestriel relatif à tous les types d'habitats afin de surveiller la stabilité de l'habitat (par l'échantillonnage des sédiments ou à l'aide de technologies par caméras) et de recueillir des sédiments pour analyser les sources de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Important pour comprendre les habitats, la présence et les aires de répartition des principales proies benthiques des mammifères marins.</li> <li>Les priorités précises abordées sont les suivantes : <ol style="list-style-type: none"> <li>Carte bathymétrique complète de la baie Darnley et de la ZPMAN pour la navigation, l'interprétation des données biologiques et la compréhension des schémas de circulation.</li> <li>Surveiller la présence et l'alimentation du phoque annelé et du phoque barbu, de leurs proies et de leurs habitats dans les zones côtières de la ZPMAN.</li> <li>Établir les tendances, les périodes et les emplacements dans les zones de la ZPMAN qui attirent des bélugas, et les</li> </ol> </li> </ul>

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
		<p>activités potentiellement dommageables, telles que le dragage, l'ancrage, l'échantillonnage par contact avec le fond pour les poissons et les invertébrés benthiques, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bathymétrie nécessaire à la bonne compréhension de la circulation de l'eau dans la baie Darnley (voir la section 5.1).</li> <li>• Les échantillons de sédiments archivés pourraient fournir des séries chronologiques de polluants potentiels imprévus.</li> </ul>	nourriture benthique et de polluants potentiels.	<p>raisons pour lesquelles ils sont attirés.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Veiller à ce que les déversements de navires ne dégradent pas les habitats ou ne causent pas de dommages aux espèces dans la ZPMAN.</li> <li>5. Évaluer et surveiller la présence de plastiques dans les habitats de la ZPMAN et chez les espèces qui les utilisent.</li> </ol>
5.4 Changements côtiers	–	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De grands apports de nutriments, de carbone et potentiellement de contaminants peuvent avoir des répercussions importantes sur les écosystèmes des échancrures dans l'Arctique, où les zones côtières peu profondes représentent une proportion relativement importante de la superficie marine totale. Les matières introduites dans les environnements marins côtiers peuvent modifier le cycle biogéochimique, accroître ou freiner la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Établir une évaluation de la vulnérabilité à l'érosion côtière pour la ZPMAN, afin de déterminer les zones du littoral qui peuvent être particulièrement sensibles.</li> <li>• Installer un observatoire côtier pour surveiller les changements de position de la ligne de côte et les ondes de tempête dans les zones jugées particulièrement sensibles à l'érosion.</li> <li>• Relevés annuels aériens par drone ou par photographie au sol pour mesurer la position de la ligne de côte.</li> </ul>	–

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
		production primaire, ou dégrader les conditions de l'habitat benthique nécessaires aux macroalgues, aux invertébrés benthiques et aux poissons côtiers, ce qui a des effets sur la disponibilité de la nourriture pour les animaux des niveaux trophiques supérieurs dans les zones littorales.		
5.5 Apports d'eau douce et liens terrestres	–	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les liens écologiques entre l'océan et la terre sont plus fortement maintenus par les rivières qui se déversent dans la baie Darnley. Les rivières constituent d'importants couloirs de migration et un habitat d'hivernage pour les poissons anadromes. Elles apportent également de l'eau douce, des sédiments et des nutriments d'origine terrestre dans le milieu marin, créant ainsi des habitats côtiers uniques pour les lits de macroalgues, les invertébrés benthiques, les poissons côtiers, l'omble chevalier et le corégone tschir. Les changements en matière de précipitations, de volumes de débit des rivières et</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exploiter les données recueillies pour certaines propriétés océaniques clés et caractéristiques de l'habitat benthique (indicateurs 5.1 et 5.3) pour déduire l'étendue et le mouvement de l'eau douce et des matières organiques d'origine terrestre dans le milieu marin</li> <li>Accéder aux données existantes sur les précipitations et le débit des rivières recueillies par ECCC pour suivre l'effet des changements hydrologiques et climatiques sur les mouvements et la condition des poissons anadromes.</li> <li>Le mouvement de l'eau douce peut être suivi à l'aide de variables de qualité de l'eau grâce à un programme d'échantillonnage des propriétés océaniques clés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Surveiller la santé et la viabilité des stocks d'omble chevalier, de leurs proies et de leurs habitats dans la ZPMAN.</li> <li>Garantir la santé et la viabilité des stocks de corégone, de leurs proies et de leurs habitats dans la ZPMAN.</li> </ul>

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
		<p>dans la période de la crue printanière causés par le climat auront des répercussions incertaines sur les milieux marins littoraux, et particulièrement sur les poissons anadromes.</p>	<p>(par exemple, la température, la salinité, les rapports d'isotopes stables de l'oxygène [<math>\delta^{18}\text{O}</math>]).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure du <math>\delta^{18}\text{O}</math> à grande échelle spatiale pour construire un « paysage des isotopes » afin de comprendre les différentes concentrations d'eau douce dans la baie Darnley.</li> <li>• Les températures à la surface de la mer et la turbidité déduites des images satellitaires peuvent donner un aperçu de la répartition et du mouvement des panaches d'eau douce.</li> <li>• Il est possible d'évaluer les matières organiques d'origine terrestre qui se déposent hors du panache fluvial en mesurant la teneur en matières organiques des sédiments, les rapports d'isotopes stables et les rapports carbone-azote dans les sédiments prélevés par un programme d'échantillonnage de l'habitat benthique.</li> </ul>	
<b>INDICATEURS LIÉS À L'INTÉGRITÉ BIOLOGIQUE ET DU RÉSEAU TROPHIQUE</b>				
6.1 Liens trophiques et transfert d'énergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les espèces clés de niveau trophique supérieur continueront d'être attirées par la ZPMAN tant qu'il y aura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour s'assurer que la ZPMAN favorise l'alimentation des espèces des niveaux trophiques supérieurs, il faut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les liens trophiques devraient être déterminés pour quatre groupes trophiques primaires : le zooplancton, les invertébrés benthiques, les</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recenser et suivre les communautés de poissons-proies, comme la morue arctique, au large du cap Parry qui soutiennent ou attirent des</li> </ul>

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
	<p>des proies en quantité suffisante et de qualité énergétique satisfaisante.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Des saisons d'eau libre plus longues et le début de la production primaire, le cas échéant, favoriseront les communautés pélagiques, limitant ainsi la quantité de la production exportée vers le réseau trophique benthique et réduisant ainsi le couplage entre les espèces benthiques et pélagiques.</li> <li>• La répartition, l'abondance et la teneur énergétique des espèces fourragères modifieront la répartition, la sélection des proies et la santé des prédateurs de niveau trophique supérieur.</li> </ul>	<p>comprendre la structure du réseau trophique, la dynamique prédateur-proie et le comportement de recherche de nourriture. Les données sur les liens trophiques et le matériel énergétique permettront 1) d'indiquer si les prédateurs des niveaux trophiques supérieurs se nourrissent de proies présentes dans la ZPMAN, 2) de comprendre comment la variabilité spatiale ou temporelle des proies influence l'utilisation de l'habitat de la ZPMAN par les prédateurs et 3) d'indiquer si les tendances en matière de santé ou de condition corporelle des prédateurs sont liées à des changements dans la composition, la répartition ou la densité énergétique des proies.</p>	<p>poissons (en particulier les poissons fourrage) et les mammifères marins.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Collecte de tissus pour des analyses de biotraceurs trophiques (isotopes stables, acides gras, isoprénoïdes hautement ramifiés et teneur calorique) dans les quatre groupes trophiques.</li> <li>• Observations directes de l'alimentation grâce au savoir autochtone, à la vidéo ou à l'analyse du contenu stomacal.</li> <li>• Idéalement, l'échantillonnage des tissus ou de l'estomac coïnciderait avec l'échantillonnage des groupes biologiques évalués associés à d'autres indicateurs (indicateurs 6.2 à 6.11).</li> <li>• Les données pertinentes pour le suivi des tendances de l'alimentation des prédateurs des niveaux trophiques supérieurs comprennent des données contextuelles sur les habitats, ainsi que les tendances de l'abondance, de la composition et de la répartition des proies (telles qu'elles sont recueillies par d'autres indicateurs dans les sections 5 et 6).</li> </ul>	<p>mammifères marins en quête de nourriture, en particulier le phoque annelé à longueur d'année et le béluga de façon saisonnière.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre la présence et l'importance d'espèces envahissantes dans la ZPMAN, ainsi que comment et si elles interagissent avec les espèces nommées dans le deuxième objectif de conservation, entrent en concurrence avec elles ou les forcent à se déplacer.</li> <li>• Surveiller la santé et la viabilité des stocks de poissons-proies dans les zones côtières, y compris le capelan et la morue arctique, leurs proies et leurs habitats dans les zones côtières de la ZPMAN.</li> <li>• Surveiller la santé et la viabilité des stocks d'omble chevalier, de leurs proies et de leurs habitats dans la ZPMAN.</li> <li>• Surveiller la présence et l'alimentation du phoque annelé et du phoque barbu, de leurs proies et de leurs habitats dans les zones côtières de la ZPMAN.</li> <li>• Garantir la santé et la viabilité des stocks de corégone, de leurs proies et de leurs habitats dans la ZPMAN.</li> <li>• Établir les tendances, les périodes et les emplacements</li> </ul>

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
				dans les zones de la ZPMAN qui attirent des bélugas, et les raisons pour lesquelles ils sont attirés.
<p>6.2 Producteurs primaires et protistes associés à la glace, vivant sous la glace et vivant en eaux libres</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le moment, la répartition et l'ampleur de la production primaire seront influencés par des processus complexes relatifs à la glace de mer, au climat et à l'océanographie, qui, à leur tour, seront influencés par la disponibilité de la lumière et des nutriments.</li> <li>Les changements de la période de prolifération du phytoplancton peuvent entraîner un décalage entre la disponibilité des algues et l'arrivée des brouteurs de zooplancton à la surface au printemps, ce qui a des répercussions sur le transfert d'énergie vers les niveaux trophiques supérieurs.</li> <li>La structure et la fonction de la communauté de producteurs primaires sont influencées par la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La production primaire sous-tend le transfert d'énergie vers les niveaux trophiques supérieurs du système marin. Elle alimente le réseau trophique marin pélagique et benthique et détermine l'approvisionnement en nourriture benthique du phytoplancton par l'immersion d'algues glacées (couplage trophique benthique-pélagique). La structure par taille de la communauté phytoplanctonique influence le transfert d'énergie en amont du réseau trophique. Le moment, la source et l'ampleur de la production peuvent être révélateurs de changements plus importants dans les interactions entre la glace de mer, les océans et l'atmosphère, liés à la variabilité et au changement climatiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Idéalement, l'échantillonnage devrait coïncider avec l'échantillonnage des propriétés océaniques clés et des concentrations de nutriments, et devrait refléter l'approche d'échantillonnage à deux niveaux recommandée pour l'indicateur 5.1, selon lequel un échantillonnage fréquent sur quelques sites locaux clés est associé à un échantillonnage moins fréquent à une plus grande échelle géographique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presque toutes. La surveillance de la production primaire est fortement recommandée comme partie intégrante de tout plan de surveillance des écosystèmes marins de l'Arctique. La compréhension de la chronologie, de la répartition et de l'ampleur de la production primaire sera nécessaire pour la surveillance du comportement des animaux fondée sur des hypothèses, car cela alimente le réseau alimentaire.</li> <li>Sous-tend l'interprétation des données biologiques pour les priorités dans les domaines suivants : <ol style="list-style-type: none"> <li>Prises de subsistance</li> <li>Environnements au large et littoraux</li> <li>Événements inhabituels</li> </ol> </li> <li>Les indices sont étroitement liés aux indicateurs des principaux paramètres océanographiques, à la répartition des nutriments et à la répartition des animaux.</li> </ul>

**Région du Centre et de l'Arctique**

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
	<p>lumière, les nutriments, la variabilité de la glace de mer et les processus océanographiques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Les changements de stratification liés au réchauffement peuvent influencer la composition des communautés de phytoplancton avec des espèces qui se sont adaptées à des températures plus élevées, modifiant ainsi les transferts au sein du réseau trophique.</li> </ul>			
<p>6.3 Composition, structure et fonction de la communauté de zooplancton</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avec le réchauffement, il y aura une augmentation des espèces de zooplancton gélatineux.</li> <li>Les modifications de la durée et de l'étendue de la glace de mer, ainsi que des paramètres océanographiques fondamentaux, pourraient entraîner un passage à des espèces plus petites ayant des effets potentiellement négatifs sur le transfert d'énergie vers les niveaux trophiques supérieurs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le zooplancton est l'une des proies les plus importantes et les plus riches en énergie pour les poissons fourrage qui nourrissent les mammifères marins, les oiseaux de mer et les poissons prédateurs hautement valorisés. Le zooplancton est un lien essentiel entre la production primaire et les niveaux trophiques supérieurs, et a un effet direct sur l'efficacité du transfert d'énergie dans le réseau trophique.</li> <li>La composition, la structure et la fonction du zooplancton réagissent</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coordination de l'échantillonnage dans les zones côtières et hauturières par les programmes communautaires et à partir de navires afin de recueillir des échantillons pour les analyses taxonomiques et les biotraceurs.</li> <li>Le programme d'échantillonnage serait de préférence mené deux fois par an (printemps et été) et coïnciderait avec les mesures océanographiques de base (profils de température et de salinité, chlorophylle a).</li> <li>L'ADN environnemental peut être utilisé pour surveiller les espèces nouvellement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprendre la présence et l'importance d'espèces envahissantes dans la ZPMAN, ainsi que comment et si elles interagissent avec les espèces nommées dans le deuxième objectif de conservation, entrent en concurrence avec elles ou les forcent à se déplacer.</li> <li>Surveiller la santé et la viabilité des stocks de poissons-proies dans les zones côtières, y compris le capelan et la morue arctique, leurs proies et leurs habitats dans les zones côtières de la ZPMAN.</li> <li>Surveiller la santé et la viabilité des stocks d'omble chevalier, de</li> </ul>

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
		<p>aux perturbations anthropiques et peuvent être révélatrices de changements environnementaux plus vastes, car elles sont étroitement liées aux conditions océanographiques et à la production primaire.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Important pour détecter les introductions potentielles de nouvelles espèces par le transport maritime.</li> </ul>	<p>colonisatrices ou envahissantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Des profileurs acoustiques de zooplancton et de poissons amarrés pour la surveillance et le suivi tout au long de l'année dans les zones extracôtières.</li> </ul>	<p>leurs proies et de leurs habitats dans la ZPMAN.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantir la santé et la viabilité des stocks de corégone, de leurs proies et de leurs habitats dans la ZPMAN.</li> <li>• Veiller à ce que les déversements de navires ne dégradent pas les habitats ou ne causent pas de dommages aux espèces dans la ZPMAN.</li> </ul>
6.4 Composition, structure et fonction de la communauté d'invertébrés benthiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les changements et perturbations touchant l'habitat benthique auront une incidence directe sur la composition de la communauté d'invertébrés benthiques.</li> <li>• Les changements affectant la production primaire pélagique modifieront indirectement la composition, la structure et la fonction de la communauté benthique en altérant le couplage benthique-pélagique.</li> <li>• La composition et la répartition de la communauté benthique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importantes sources de proies pour les poissons marins, les mammifères et les oiseaux de mer, notamment les phoques barbus et les guillemots de Brünnich.</li> <li>• Les invertébrés benthiques sont étroitement liés à leurs habitats des fonds marins et serviront probablement d'indicateurs efficaces des perturbations. Ils refléteront également les modifications des voies de transfert d'énergie à la base du réseau trophique (par exemple, le couplage benthique-pélagique modifié par le climat, l'enrichissement en nutriments par les effluents des navires), qui finiront</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relevés annuels sur la composition de la communauté benthique d'un ensemble de sites de surveillance principaux en utilisant soit des engins d'échantillonnage entrant en contact avec le fond, soit des caméras non invasives.</li> <li>• Les relevés côtiers peuvent être menés à partir de petits navires équipés d'un treuil; les relevés hauturiers nécessiteront probablement la collaboration de grands navires.</li> <li>• Sélection d'un ensemble d'espèces indicatrices à surveiller de près; les espèces indicatrices devraient représenter des proies importantes pour les animaux des niveaux trophiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surveiller la présence et l'alimentation du phoque annelé et du phoque barbu, de leurs proies et de leurs habitats dans les zones côtières de la ZPMAN.</li> <li>• Garantir et surveiller l'utilisation continue des zones hauturières de la ZPMAN par les espèces dont se nourrissent les mammifères marins.</li> <li>• Veiller à ce que l'activité touristique à grande et à petite échelle dans la ZPMAN ne perturbe pas l'utilisation des habitats côtiers par les mammifères marins ou n'entraîne pas leur déplacement (liés aux emplacements des points chauds des proies benthiques, qui pourraient être perturbés par</li> </ul>

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
	<p>influent sur la répartition et l'état des mammifères marins et des oiseaux de mer qui dépendent des proies benthiques (p. ex. phoque barbu, eiders).</p>	<p>par avoir un effet sur les animaux des niveaux trophiques supérieurs.</p>	<p>supérieurs ou les espèces particulièrement sensibles à un agent de stress prévu.</p>	<p>l'ancrage ou les effluents des navires).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veiller à ce que les déversements de navires ne dégradent pas les habitats ou ne causent pas de dommages aux espèces dans la ZPMAN.</li> </ul>
<p>6.5 Composition, structure et fonction de la communauté de poissons hauturiers</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La variation interannuelle de la phénologie de la glace, des températures océaniques et de la production primaire modifiera les voies de transmission de l'énergie, favorisant une abondance et une diversité accrues des poissons pélagiques par rapport aux poissons benthiques. De même, la variabilité et les changements de la phénologie de la glace influenceront sur la croissance et le développement des larves de poissons pélagiques, ce qui servira d'indicateur du succès du recrutement.</li> <li>• Des changements importants touchant la composition ou l'abondance de la communauté de zooplancton influenceront sur l'utilisation de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proie importante pour les mammifères marins, les oiseaux et les poissons prédateurs.</li> <li>• La répartition des espèces de poissons hauturiers, la composition de la communauté et le succès du recrutement reflètent les conditions environnementales dominantes. La composition et la structure de la communauté peuvent également être influencées par des espèces nouvellement colonisatrices ou par des agents de stress anthropiques, avec des effets en cascade pour les niveaux trophiques supérieurs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relevé piscicole multispécifique couplé à des mesures de renseignements sur l'habitat (température, salinité et profondeur minimale) afin de surveiller la composition de la communauté (richesse, biodiversité, etc.) ainsi que les abondances relatives et la biomasse des espèces clés.</li> <li>• Une collaboration avec un navire de recherche hauturier serait probablement nécessaire, notamment pour les zones septentrionales moins accessibles de la ZPMAN.</li> <li>• L'échantillonnage communautaire des environnements hauturiers de la baie Darnley pourrait inclure des filets maillants profonds ou un petit traîneau benthique à partir d'un navire équipé d'un treuil.</li> <li>• Des profileurs acoustiques de zooplancton amarrés pourraient fournir des</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre la présence et l'importance d'espèces envahissantes dans la ZPMAN, ainsi que comment et si elles interagissent avec les espèces nommées dans le deuxième objectif de conservation, entrent en concurrence avec elles ou les forcent à se déplacer.</li> <li>• Mammifères marins : garantir et surveiller l'utilisation continue des zones hauturières de la ZPMAN par les espèces dont se nourrissent les mammifères marins.</li> <li>• Surveiller la présence et l'alimentation du phoque annelé et du phoque barbu, de leurs proies et de leurs habitats dans les zones côtières de la ZPMAN.</li> <li>• Veiller à ce que les déversements de navires ne dégradent pas les habitats ou ne causent pas de dommages aux espèces dans la ZPMAN.</li> </ul>

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
	<p>l'habitat par les poissons marins côtiers et hauturiers, leur condition et leur abondance relative.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Des changements importants affectant l'abondance ou la biomasse relative des espèces de poissons auront des effets en cascade sur la structure du réseau trophique.</li> </ul>		<p>données sur la biomasse de poissons tout au long de l'année, mais auraient une capacité limitée à distinguer la composition des espèces.</p>	
<p>6.6 Composition, structure et fonction de la communauté de poissons côtiers</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les changements touchant la composition, la structure et la fonction de la communauté de poissons côtiers refléteront les changements environnementaux généraux de la température, de la salinité, du débit des rivières et de la circulation océanique.</li> <li>Des changements importants affectant l'abondance ou la biomasse relative des espèces auront des effets en cascade sur la structure du réseau trophique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proie importante pour les mammifères marins, les oiseaux et les poissons prédateurs.</li> <li>La répartition des espèces de poissons côtiers, la composition de la communauté et le succès du recrutement reflètent les conditions environnementales dominantes et la disponibilité de l'habitat sous-jacent (répartition de l'habitat benthique). La composition et la structure de la communauté peuvent également être influencées par des espèces nouvellement colonisatrices ou par des agents de stress anthropiques, avec des effets en cascade pour les</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programme communautaire de surveillance des poissons côtiers dans la baie Darnley (plus tard appelé programme Arctic Coast).</li> <li>Relevés multispécifiques soigneusement planifiés et largement distribués qui permettent de recueillir simultanément des données sur l'habitat environnemental.</li> <li>Les relevés au chalut et les relevés hydroacoustiques peuvent fournir certaines informations sur les poissons côtiers dans le cadre d'évaluations extracôtières.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprendre l'occurrence et l'importance des espèces envahissantes dans la ZPMAN, et comment elles interagissent, le cas échéant, avec les espèces visées par le deuxième objectif de conservation.</li> <li>Surveillance de la santé et de la viabilité des stocks d'omble chevalier, de leurs proies et de leurs habitats dans la ZPMAN.</li> <li>Assurer la santé et la viabilité des stocks de corégones, de leurs proies et de leurs habitats dans la ZPMAN.</li> <li>Surveillance de l'occurrence et du régime alimentaire des phoques annelés et des phoques barbus, de leurs proies et de leurs habitats dans la ZPMAN sublittorale.</li> <li>Veiller à ce que les rejets des navires ne dégradent pas les</li> </ul>

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
		niveaux trophiques supérieurs.		habitats ou les espèces de la ZPMAN.
6.7 Abondance relative et biomasse des poissons proies	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le succès du recrutement et de la survie des poissons proies est étroitement lié à l'état des glaces de mer et aux températures de l'eau. En particulier, on prévoit que le recrutement de la morue arctique sera plus élevé durant les années où le déglacement sera précoce, et plus faible durant les années où le déglacement sera tardif.</li> <li>En conséquence, les changements potentiels dans l'abondance ou la répartition des poissons proies influenceront sur le comportement, les mouvements et la condition des prédateurs des niveaux trophiques supérieurs qui s'en nourrissent.</li> <li>La présence d'oiseaux de mer et de baleines au large du cap Parry est lié à la biomasse des poissons proies.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ce sont là quelques-unes des sources de proies les plus importantes pour le béluga, le phoque annelé, le guillemot de Brünnich et l'omble chevalier.</li> <li>La répartition des espèces de poissons hauturiers, la composition des communautés et le succès du recrutement sont le reflet des conditions environnementales dominantes et de la disponibilité des proies des niveaux trophiques inférieurs. À leur tour, les prédateurs des niveaux trophiques supérieurs répondent aux changements dans la disponibilité des poissons proies en modifiant leur choix de proies et leurs comportements de recherche de nourriture.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enquête communautaire portant sur les poissons côtiers de la baie Darnley (appelée par la suite côte arctique)</li> <li>Relevés multispécifiques côtiers soigneusement planifiés et largement distribués qui permettent de recueillir simultanément des données sur l'habitat environnemental.</li> <li>Pour le lançon : la senne de plage et le creusage dans les sédiments mous et caillouteux de la zone intertidale peuvent être plus efficaces que les filets maillants.</li> <li>Efforts communautaires d'observation et de collecte du frai du capelan sur les plages.</li> <li>Relevés au chalut et relevés hydroacoustiques dans le cadre d'évaluations extracôtières.</li> <li>Évaluation du régime alimentaire des mammifères marins.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identification et suivi des communautés de poissons proies au large du cap Parry, comme la morue arctique, qui soutiennent et attirent les mammifères marins en quête de nourriture, en particulier les phoques annelés toute l'année et les bélugas en saison.</li> <li>Mammifères marins : assurer une utilisation continue de la ZPMAN littorale par les espèces de mammifères marins de subsistance et effectuer une surveillance.</li> <li>Surveillance de la santé et de la viabilité des stocks de poissons proies dans la zone sublittorale, y compris le capelan et la morue arctique, de leurs proies et de leurs habitats dans la zone sublittorale de la ZPMAN.</li> <li>Surveillance de la santé et de la viabilité des stocks d'omble chevalier, de leurs proies et de leurs habitats dans la ZPMAN.</li> <li>Surveillance de l'occurrence et du régime alimentaire des phoques annelés et des phoques barbus, de leurs proies et de leurs habitats dans la ZPMAN sublittorale.</li> <li>Détermination des tendances, du moment et de l'emplacement</li> </ul>

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les changements significatifs dans la composition ou l'abondance de la communauté zooplanctonique auront une incidence sur l'utilisation, l'état et l'abondance relative de l'habitat des poissons proies.</li> </ul>			<p>des zones de la ZPMAN qui attirent les bélugas, ainsi que des raisons de cette attraction.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Veiller à ce que les rejets des navires ne dégradent pas les habitats ou les espèces de la ZPMAN.</li> </ul>
<p>6.8 Abondance relative des poissons anadromes, condition, et structure des populations</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La variabilité et les changements dans les dates de formation des glaces de mer et de déglacement et la perturbation de l'habitat côtier auront une incidence sur l'utilisation de l'habitat dans la ZPMAN par les poissons anadromes.</li> <li>L'utilisation de l'habitat dans la ZPMAN par les poissons anadromes sera influencée par la disponibilité des proies, qui est associée aux concentrations de nutriments, l'écoulement d'eau douce et la disponibilité d'un habitat côtier saumâtre, ainsi que par l'emplacement et la fréquence des remontées d'eau et des plongées d'eau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'omble chevalier est une espèce clé incluse dans le deuxième objectif de conservation de la ZPMAN.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programme de surveillance communautaire pour l'omble chevalier et relevés communautaires sur la pêche de subsistance.</li> <li>Étude communautaire sur les poissons côtiers de la baie Darnley (appelée par la suite côte arctique), si les spécifications et le placement des engins sont conçus pour être efficaces pour les espèces anadromes.</li> <li>Les observations communautaires de la période de migration vers l'amont et vers l'aval pourraient également servir à mesurer les influences environnementales sur l'utilisation de l'habitat marin et le cycle biologique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Surveillance de la santé et de la viabilité des stocks d'omble chevalier, de leurs proies et de leurs habitats dans la ZPMAN.</li> </ul>

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
<p>6.9 Occurrence des espèces potentiellement colonisatrices</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les expansions naturelles de l'aire de répartition des nouveaux poissons et des espèces d'invertébrés dans la baie Darnley seront associées au changement et à la variabilité des conditions océanographiques (température, salinité, circulation) et de la couverture de glace de mer, et aux conséquences connexes sur la répartition de la production primaire et des espèces-proie.</li> <li>• L'augmentation de la navigation entraînera un risque accru d'introduction d'espèces d'invertébrés envahissantes dans la ZPMAN.</li> <li>• L'établissement d'espèces nouvellement colonisatrices peut avoir des répercussions sur les prédateurs des niveaux trophiques supérieurs par le biais d'une concurrence directe ou indirecte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interactions entre les nouvelles espèces et les espèces clés incluses dans les objectifs de conservation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le saumon de l'Arctique, un programme de surveillance communautaire pour évaluer l'évolution de la biodiversité des poissons.</li> <li>• Évaluation des listes d'espèces accumulées par les relevés annuels conçus pour surveiller la composition et la structure des communautés de zooplancton, d'invertébrés benthiques, de poissons côtiers et de poissons hauturiers (sections 6.3 à 6.5), si des données taxonomiques détaillées sont recueillies dans chaque relevé.</li> <li>• On peut aussi utiliser l'ADN environnemental (ADNe) pour détecter la présence d'espèces potentiellement colonisatrices, et l'intégrer dans un programme de surveillance communautaire.</li> <li>• Les observations anecdotiques d'espèces potentiellement colonisatrices pourraient être consignées. L'habitat dans lequel l'espèce potentiellement colonisatrice a été observée pourrait être consigné, afin de prévoir avec quelles espèces indigènes elle pourra interagir; on pourrait aussi éventuellement mettre au</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre l'occurrence et l'importance des espèces envahissantes dans la ZPMAN, et comment elles interagissent, le cas échéant, avec les espèces visées par le deuxième objectif de conservation.</li> <li>• Recueillir, compiler et centraliser les enregistrements/observations existants et nouveaux d'événements écologiques inhabituels, afin de pouvoir cerner la modification et l'évolution des espèces, des habitats ou de l'écosystème de la ZPMAN (approche des canaris dans la mine de charbon).</li> </ul>

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
	<p>pour les proies ou l'habitat (si le nouveau colonisateur est d'un niveau trophique supérieur), en redirigeant les voies énergétiques ou en modifiant la disponibilité relative des ressources proies (si le colonisateur est d'un niveau trophique inférieur), ou par une augmentation de l'habitat.</p>		<p>point des mesures de contrôle si cela s'avère nécessaire.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La modélisation de l'adéquation de l'habitat et de l'évaluation des risques peut aider à déterminer la probabilité qu'une espèce potentiellement colonisatrice soit capable de s'établir et de prospérer dans la ZPMAN.</li> </ul>	
<p>6.10 Présence/absence d'oiseaux marins et de proies</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pour examen ultérieur – non recommandé actuellement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le sanctuaire d'oiseaux migrateurs de cap Parry abrite des colonies de nidification de guillemots de Brünnich et, dans une moindre mesure, de guillemots à miroir, uniques dans le sud de la région de Beaufort. Les oiseaux de mer font partie intégrante du réseau trophique de la ZPMAN.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Des stratégies spécifiques de surveillance de la présence ou de l'absence d'oiseaux marins et de leurs proies peuvent être envisagées après l'achèvement du plan de cogestion du sanctuaire d'oiseaux migrateurs du cap Parry, applicables au plan de surveillance de la ZPMAN.</li> </ul>	<p>–</p>
<p>6.11 Présence/absence de mammifères marins, période, utilisation de l'habitat et composition des groupes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les changements dans les interactions entre l'océan, la glace de mer et l'atmosphère, qui influencent la répartition et l'abondance du zooplancton et des poissons proies, auront une influence concomitante sur la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les mammifères marins (en particulier le béluga ainsi que le phoque annelé et le phoque barbu) sont des espèces clés incluses dans le deuxième objectif de conservation de la ZPMAN.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les Inuvialuit et leurs ancêtres pratiquent la chasse durable aux mammifères marins depuis des siècles et ils ont acquis une connaissance approfondie de leur utilisation de l'habitat, de leurs comportements et de leurs habitudes migratoires.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Assurer une utilisation continue de la ZPMAN sublittorale par les espèces de mammifères marins de subsistance et effectuer une surveillance.</li> <li>Surveillance de l'occurrence et du régime alimentaire des phoques annelés et des phoques barbuis, de leurs proies</li> </ul>

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
	<p>présence ou l'absence des mammifères marins dans la ZPMAN, l'utilisation de l'habitat et la composition des groupes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les modifications de l'étendue de la glace de mer et de la période de déglacement ou d'englacement influenceront le moment de l'arrivée et du départ des mammifères marins migrants dans la ZPMAN, ainsi que la répartition et l'utilisation de l'habitat des phoques annelés et des phoques barbus.</li> <li>• L'augmentation des activités humaines dans la zone (trafic maritime, bruit sous-marin anthropique, activités industrielles) influera sur les déplacements des mammifères marins et leur utilisation de l'habitat.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relevés de population aériens</li> <li>• Études de marquage par télémétrie satellitaire</li> <li>• Échantillonnage des baleines récoltées</li> <li>• Programme normalisé, communautaire, de surveillance de la communauté de poissons et mammifères marins du Comité mixte de gestion des pêches (CMGP), qui recueille des informations sur le moment et les conditions de la récolte et enregistre les observations sur les caractéristiques physiques des baleines.</li> <li>• Programme de recherche et de surveillance de la santé des bélugas, qui recueille des données et des échantillons biologiques pour étudier la santé et l'écologie des baleines récoltées.</li> <li>• Application d'observation marine de l'Arctique.</li> <li>• Données de surveillance acoustique et statistiques de récolte.</li> </ul>	<p>et de leurs habitats dans la ZPMAN sublittorale.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Détermination des tendances, du moment et de l'emplacement des zones de la ZPMAN qui attirent les bélugas, ainsi que des raisons de cette attraction.</li> <li>• Veiller à ce que la navigation commerciale ne perturbe ni ne déplace les mammifères marins, en particulier le béluga.</li> <li>• Veiller à ce que les activités touristiques à petite et grande échelle dans la ZPMAN ne perturbent l'utilisation des habitats sublittoraux par les mammifères marins.</li> <li>• Veiller à ce que les rejets des navires ne dégradent pas les habitats ou les espèces de la ZPMAN.</li> </ul>
<p><b>INDICATEURS DE FACTEURS DE STRESS OU MENACES AIGUS</b></p>				

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
7.1 Bruit sous-marin d'origine anthropique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les mammifères marins, en particulier les bélugas, seront affectés par le bruit sous-marin généré par les navires, de sorte que leurs déplacements et leur utilisation de l'habitat dans la ZPMAN seront influencés par la prévalence du bruit sous-marin d'origine anthropique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le bruit sous-marin d'origine anthropique est susceptible de perturber la communication entre mammifères marins, la détection des proies et des prédateurs et, dans le cas des baleines, l'écholocalisation. Les bélugas semblent être particulièrement sensibles à la pollution sonore sous-marine provenant du trafic maritime.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le suivi du son ambiant dans l'océan permettra en outre de caractériser le paysage sonore naturel de la zone.</li> <li>Un réseau d'enregistreurs acoustiques passifs (hydrophones) ancrés peut être utilisé pour caractériser le paysage sonore sous-marin; s'il est intégré aux données de suivi des navires, il peut être utilisé pour suivre les réponses des communications des mammifères marins au bruit sous-marin généré par les navires.</li> <li>L'hétérogénéité spatiale des sources de bruit des navires et la portée dans laquelle les hydrophones peuvent détecter le bruit doivent être prises en compte lors du choix des emplacements des enregistreurs acoustiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Veiller à ce que la navigation commerciale ne perturbe ni ne déplace les mammifères marins, en particulier le béluga.</li> <li>Veiller à ce que les activités touristiques à petite et grande échelle dans la ZPMAN ne perturbent l'utilisation des habitats sublittoraux par les mammifères marins.</li> </ul>
7.2 Concentration de contaminants dans l'environnement et chez les mammifères marins	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les tendances positives ou négatives dans les concentrations de contaminants chez les mammifères marins migrateurs traduiront les expositions environnementales à long terme à l'échelle de leurs migrations, tandis que celles des mammifères marins</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La surveillance des contaminants est une des approches permettant d'aborder les effets des activités humaines sur l'intégrité de l'écosystème de la ZPMAN. La mesure des concentrations chez quelques espèces clés du niveau trophique supérieur peut fournir des informations sur les</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prélever des échantillons chez les mammifères marins récoltés dans la ZPMAN pour obtenir un ensemble standard de tissus : muscle, foie et peau pour le mercure; graisse et foie pour la surveillance des contaminants organiques (par exemple, les hydrocarbures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Veiller à ce que les rejets des navires ne dégradent pas les habitats ou les espèces de la ZPMAN.</li> <li>Évaluer et surveiller l'étendue des plastiques océaniques dans les habitats et chez espèces de la ZPMAN.</li> </ul>

Indicateur	Hypothèses de changement	Pertinence pour les OC de la ZPMAN	Stratégies clés	Prise en compte des priorités du groupe de travail de la ZPMAN
	<p>résidents seront plus étroitement liées aux concentrations de contaminants dans l'environnement de la ZPMAN et chez les espèces-proie disponibles localement.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Les concentrations de contaminants chez les mammifères marins peuvent être positivement liées au niveau trophique et influencées par la stratégie d'alimentation (c'est-à-dire les contaminants hautement hydrophobes).</li> </ul>	<p>niveaux d'exposition, et certains contaminants peuvent donner un aperçu des processus du système abiotique ou des voies du réseau trophique.</p>	<p>aromatiques polycycliques ou HAP).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La collecte de données complémentaires sur le sexe, l'âge, la taille et les biotraceurs trophiques (par exemple, les isotopes stables et les acides gras) est importante pour déterminer le risque/potential d'exposition par voie alimentaire.</li> </ul>	
7.3 Pathogènes et parasites chez les mammifères marins	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pour examen ultérieur – non recommandé actuellement</li> </ul>	–	–	–
7.4 Autres considérations sur les menaces	–	<p>Les objectifs de conservation de la ZPMAN traitent spécifiquement de l'incidence des activités anthropiques sur l'écosystème marin.</p>	<p>Il convient d'envisager l'inclusion de facteurs de stress ou de menaces supplémentaires dans un plan de surveillance au fur et à mesure de leur apparition, et de les abandonner une fois le problème résolu.</p>	<p>Dépendra des facteurs de stress/menaces déterminés</p>

**CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :**

Centre des avis scientifiques (CAS)  
Région du Centre et de l'Arctique  
Pêches et Océans Canada  
501 University Cr.  
Winnipeg, Manitoba R3T 2N6

E-Mail: [xna-csa-cas@dfo-mpo.gc.ca](mailto:xna-csa-cas@dfo-mpo.gc.ca)

Internet address: [www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/](http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/)

ISSN 1919-5117

ISBN 978-0-660-43557-2 N° cat. Fs70-6/2022-015F-PDF

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2022



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2022. Avis scientifique à l'appui de l'élaboration d'un plan de suivi écologique pour la zone de protection marine d'Anguniqavia niqiqyuam. Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2022/015.

*Also available in English :*

*DFO. 2022. Science Advice to Assist in the Development of an Ecological Monitoring Plan for the Anguniaqvia Niqiqyuam Marine Protected Area. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2022/015.*