



DÉTERMINATION DES SITES DE RÉFÉRENCE ET D'UNE APPROCHE DE SURVEILLANCE SCIENTIFIQUE POUR LA ZONE DE PROTECTION MARINE DU CHENAL LAURENTIEN

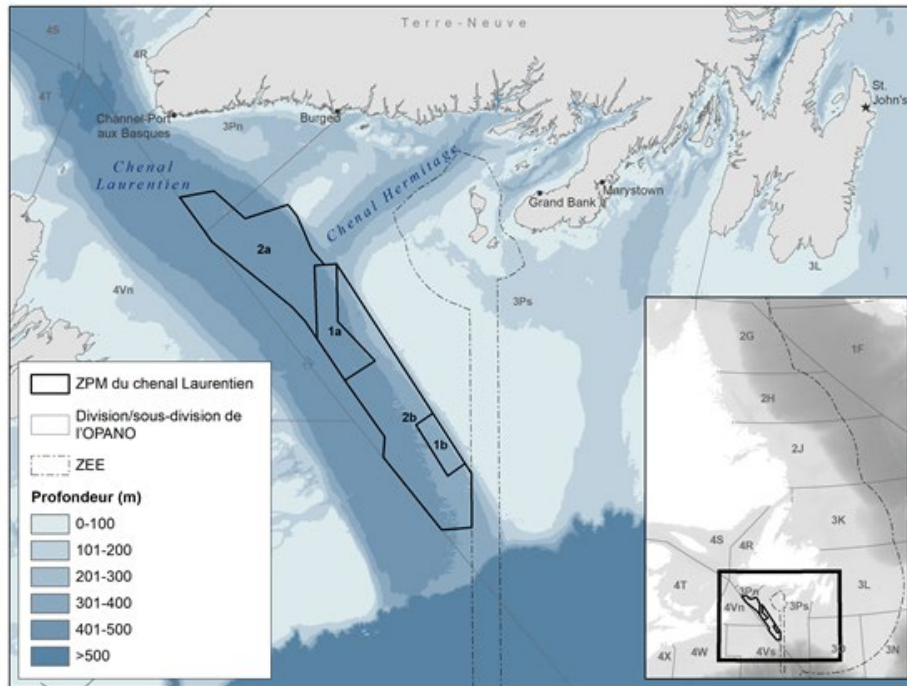


Figure 1. Emplacement de la zone de protection marine (ZPM) du chenal Laurentien (contour noir) et de ses zones de gestion (1a, 1b, 2a, 2b) au large de la côte sud-ouest de Terre-Neuve. La carte en médaillon illustre les divisions et sous-divisions de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO) dans les eaux de Terre-Neuve et des environs.

Contexte :

La Direction de la planification et de la conservation marines du ministère des Pêches et des Océans (MPO) a demandé un avis scientifique pour désigner des sites de référence et définir des exigences en matière de surveillance pour la zone de protection marine (ZPM) du chenal Laurentien. Une surveillance à long terme est nécessaire pour évaluer la capacité de la ZPM à protéger les taxons ciblés par les objectifs de conservation et les avantages qui pourraient en découler pour d'autres espèces d'intérêt et la biodiversité marine.

Le présent avis scientifique découle de l'examen régional par les pairs qui s'est tenue du 22 au 24 juin 2022 sur la détermination des sites de référence et d'une approche de surveillance pour la zone de protection marine du chenal Laurentien. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

SOMMAIRE

- La zone de protection marine (ZPM) du chenal Laurentien est un écosystème de grande envergure qui diffère de la plupart des zones adjacentes. Par le passé, elle a été peu exposée à de nombreux agents de stress écosystémiques, dont la pêche, et représente ainsi un écosystème relativement intact où le règlement sur la ZPM ne devrait pas entraîner de changements majeurs dans les activités humaines.
- Un ensemble d'indicateurs a été proposé pour chaque objectif de conservation afin d'évaluer l'état et les tendances des taxons et leur contribution à l'objectif global de préservation de la biodiversité. Toutefois, pour la plupart des objectifs de conservation, une évaluation efficace sera difficile selon les méthodes de relevé actuelles appliquées par la région de Terre-Neuve-et-Labrador du ministère des Pêches et des Océans (MPO; relevés plurispécifiques au chalut). L'ensemble final d'indicateurs évoluera au fil du temps en fonction de leur caractère pratique, réalisable et informatif et il pourra être ajusté à partir des résultats des essais sur le terrain et des analyses de puissance.
- Les variables environnementales peuvent être des indicateurs de changement. Elles permettent de discerner si les changements observés sont un effet du règlement sur la ZPM ou de processus écosystémiques plus larges, comme les facteurs induits par les changements climatiques.
- Une analyse de puissance a été réalisée en vue de déterminer l'utilité des données des relevés au chalut effectués par navire de recherche pour détecter des variations de l'état de trois espèces de poissons ciblées par des objectifs de conservation (loup à tête large, raie à queue de velours et aiguillat noir). En outre, une analyse de puissance de l'abondance des pennatules à l'aide d'images du fond marin a également été effectuée.
- Cette analyse a montré que, à moins d'augmenter considérablement le nombre de traits de chalut réalisés lors des relevés par navires de recherche dans la ZPM, il est peu probable que l'on puisse détecter des changements pour ces trois espèces en raison de leur faible densité, de leur répartition, de leur taux de prise variable ou de leur nature migratoire. Cependant, d'après les données d'imagerie du fond marin, c'est chez les pennatules que l'on est le plus susceptible de trouver un changement mesurable dans la ZPM.
- L'approche globale de surveillance scientifique est fondée sur la surveillance de base (menée spécifiquement pour le programme des objectifs de conservation marine), la surveillance complémentaire (menée à l'extérieur du programme des objectifs de conservation marine) et la recherche ciblée. Ces approches seront utilisées collectivement pour surveiller la ZPM du chenal Laurentien dans son ensemble, les données recueillies permettant de tirer des inférences pour les zones non échantillonnées, au besoin.
- La surveillance de base sera axée sur des mesures non invasives, efficaces et prises au même endroit d'indicateurs clés afin de générer des ensembles de données à long terme. La surveillance complémentaire peut fournir des renseignements contextuels pour faciliter l'interprétation de l'état et des tendances. La recherche ciblée peut être utilisée pour guider la surveillance de base, répondre aux questions spécifiques aux changements observés chez les espèces prioritaires ciblées par des objectifs de conservation et tester les méthodes de relevé.
- Plusieurs méthodes et stratégies de relevé ont été proposées pour orienter les indicateurs de la surveillance de base et de la recherche ciblée pour les six espèces prioritaires ciblées

**Détermination des sites de référence et
d'une approche de surveillance scientifique
pour la ZPM du chenal Laurentien**

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

par des objectifs de conservation et la biodiversité, notamment l'imagerie du fond marin, l'ADN environnemental (ADNe) et les capteurs autonomes installés sur des amarrages. De plus, d'autres méthodes de relevé seront appliquées pour la surveillance complémentaire, comme les relevés au chalut, l'imagerie satellite et le Programme de monitoring de la zone Atlantique (PMZA).

- Une approche à stations fixes est proposée pour la surveillance de base dans la ZPM du chenal Laurentien, dans laquelle les données seront recueillies régulièrement à l'aide d'un échantillonnage en mer et de capteurs autonomes installés sur des amarrages. Quatre lignes de relevé équidistantes dans la ZPM, avec des stations le long de chacune, ont été proposées, mais des travaux supplémentaires sont nécessaires pour peaufiner et mettre à l'essai le plan d'étude proposé, y compris la fréquence d'échantillonnage (p. ex. annuellement les premières années).
- Il a été proposé de désigner des zones d'exclusion ou tampons autour des stations fixes afin d'éviter toute influence des relevés entrant en contact avec le fond.
- En général, une comparaison des sites de référence (à l'intérieur et à l'extérieur de la ZPM) n'est pas appropriée pour cette ZPM, compte tenu de sa grande taille et de l'effort de pêche historiquement faible par rapport aux zones adjacentes. L'approche adoptée consistait plutôt à déterminer des sites de surveillance potentiels pour suivre l'état et les tendances des espèces prioritaires ciblées par des objectifs de conservation dans la ZPM. On a repéré des zones à l'extérieur de la ZPM qui abritent des assemblages de communautés ou des caractéristiques d'habitat similaires et qui pourraient fournir de l'information contextuelle pour aider à interpréter les changements observés dans les indicateurs pour les espèces prioritaires ciblées par des objectifs de conservation.
- Des sites de référence jumelés ont été proposés uniquement dans le cadre du programme de recherche ciblée afin d'évaluer le rétablissement des espèces sessiles prioritaires ciblées par des objectifs de conservation dans les lieux de pêche historiques par rapport aux zones à l'extérieur de la ZPM où la pêche a encore lieu.
- L'établissement d'un programme de surveillance pertinent et efficace bénéficierait d'un dialogue continu avec les responsables de la gestion sur l'information qui serait nécessaire pour guider les mesures de gestion adaptative potentielles, comme l'ajustement des priorités pour la surveillance ou la modification de l'intention réglementaire afin d'assurer l'efficacité de la conservation et de la production de rapports.
- Les attentes à l'égard des échéanciers et des détails des rapports sur les résultats de la surveillance ne sont pas encore entièrement définies, mais il est essentiel de les établir pour assurer une surveillance scientifique efficace et l'amélioration du programme.
- La communication des pratiques exemplaires et l'obtention de fonds d'autres sources et collaborateurs seront un élément clé de la réussite de ce programme. La maximisation de la collecte de données, des approches analytiques et une expertise diversifiée permettront de mettre en place d'autres initiatives de recherche qui pourraient améliorer le programme de surveillance.

INTRODUCTION

Les aires protégées contribuent à la santé des milieux marins, car certaines activités humaines qui peuvent avoir une incidence négative sur leurs objectifs de conservation respectifs y sont

**Détermination des sites de référence et
d'une approche de surveillance scientifique
pour la ZPM du chenal Laurentien**

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

interdites ou restreintes. Le ministère des Pêches et des Océans (MPO) utilise actuellement deux outils pour créer des aires protégées dans les océans :

1. les zones de protection marine (ZPM) établies en vertu de la *Loi sur les océans*;
2. les fermetures mises en place aux termes de la *Loi sur les pêches*, connues sous le nom de refuges marins, qui constituent un type d'autres mesures de conservation efficaces par zone (AMCEZ).

La conservation marine est une priorité du gouvernement du Canada, qui s'est engagé à agrandir la proportion de ses aires marines protégées de 14 à 30 % d'ici 2030 (Gouvernement du Canada 2019) et à faciliter la surveillance des aires de conservation existantes dans le cadre du Programme des objectifs de conservation marine. Ce dernier est considéré comme un pilier essentiel d'une gestion efficace de ces aires de conservation, car les données qu'il produit sont utiles pour évaluer l'atteinte des objectifs de conservation et déterminer comment la gestion peut être adaptée pour améliorer les résultats.

La ZPM du chenal Laurentien a été établie en 2019 pour protéger une zone à l'océanographie complexe qui abrite des habitats relativement intacts (Templeman 2007). Bien que certaines activités scientifiques aient été menées dans la zone, un plan officiel de surveillance de la ZPM n'a pas encore été élaboré. Un processus antérieur du Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS; MPO 2015) a abouti à la formulation de recommandations pour déterminer les indicateurs, les protocoles et les stratégies de surveillance de la ZPM du chenal Laurentien en mettant l'accent sur les six espèces (ou taxons) prioritaires ciblées par des objectifs de conservation (pennatules, aiguillat noir, raie à queue de velours, loup à tête large, maraîche et tortue luth). Afin d'appuyer les objectifs du gouvernement du Canada en ce qui a trait à l'établissement d'un programme de surveillance scientifique pour la ZPM du chenal Laurentien, ce processus du SCAS a été mené pour atteindre les objectifs suivants.

- Cibler des indicateurs directs ou indirects ainsi que des sites de référence, si possible, qui pourraient servir à mesurer l'état et les tendances pour les espèces prioritaires citées dans le cadre des six objectifs de conservation et la biodiversité générale pour la ZPM du chenal Laurentien.
- Établir une approche de surveillance scientifique pour la ZPM du chenal Laurentien en fonction des indicateurs, des méthodes de relevé et des stratégies proposés dans Lewis *et al.* (2016). Chacune des espèces prioritaires indiquées ci-dessus sera prise en compte au moment de définir les indicateurs, les types de relevés et la conception des études.
- Étudier la capacité d'évaluer les paramètres des espèces prioritaires aux fins des objectifs de conservation de la ZPM à partir des données d'imagerie du plancher océanique et de relevé de recherche au chalut.

Notre approche pour atteindre ces objectifs consistait à nous appuyer sur les recommandations formulées dans Lewis *et al.* (2016) et à les mettre à jour dans le but de créer une approche de surveillance scientifiquement solide, pratique et réalisable, de même qu'utile pour les gestionnaires. Voir une analyse plus approfondie des deux premiers objectifs dans Warren *et al.*

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

(en préparation)¹ et se référer à Morris *et al.* (2024) pour le troisième objectif. Il pourra s'avérer nécessaire d'ajuster nos recommandations après des essais sur le terrain pour atteindre les objectifs du programme.

L'avis fourni ici ne concerne que la surveillance scientifique, même si plusieurs autres éléments composeront le plan de surveillance global pour cette ZPM. Par exemple, la mise en application du règlement, c'est-à-dire les activités de surveillance de la conformité, est entreprise par la Direction de la conservation et de la protection du MPO.

ZPM du chenal Laurentien

Le chenal Laurentien englobe une zone désignée comme une zone d'importance écologique et biologique (ZIEB; Templeman 2007; Wells *et al.* 2019). Une ZIEB est une zone spéciale qui fournit des services importants à une ou plusieurs espèces ou populations d'un écosystème ou à l'écosystème dans son ensemble, mais qui ne fait pas l'objet de mesures de gestion ou de protection. Une partie de cette ZIEB a été annoncée en tant que site d'intérêt en vue d'une désignation potentielle en tant que ZPM en vertu de la *Loi sur les océans* en 2010 (MPO 2015; Lewis *et al.* 2016). Après un aperçu biophysique (DFO 2011), un examen socio-économique, des évaluations des risques et des consultations avec les intervenants, les limites de la ZPM ont été modifiées pour exclure les lieux de pêche importants de manière à réduire les répercussions sur les pêcheurs. La zone ainsi déterminée (11 580 km²) a été officiellement annoncée en tant que ZPM en avril 2019 (Gouvernement du Canada 2019; figure 1). Le but premier de la ZPM est de conserver la biodiversité en protégeant les espèces dont la conservation est prioritaire et leurs habitats, en maintenant les fonctions et la structure de l'écosystème et en effectuant des recherches scientifiques. Il s'agit d'une zone d'importance écologique qui abrite des habitats intacts uniques et qui offre des conditions de circulation et océanographiques complexes (Templeman 2007). Les espèces prioritaires d'intérêt pour la conservation sélectionnées pour la ZPM du chenal Laurentien vont d'espèces non mobiles comme les coraux, en particulier les concentrations importantes de pennatules, à des espèces très mobiles comme la maraîche et la tortue luth. Plusieurs de ces espèces ont été retenues en fonction de l'information transmise pendant le processus de désignation de la ZIEB (voir Templeman 2007). Le règlement sur la ZPM interdit toute activité qui perturbe, endommage, détruit ou enlève tout organisme marin vivant ou toute partie de son habitat. Cette zone est donc considérée comme une ZPM sans prélèvement, où les pêches et les activités extractives, à l'exception des pêches autochtones à des fins alimentaires et rituelles, ne sont pas autorisées. Certaines activités jugées compatibles avec les objectifs de conservation peuvent se poursuivre, comme la navigation (ancrage interdit dans les zones 1a et 1b; voir la figure 1), l'installation, la réparation et l'entretien de câbles sous-marins (seulement dans les zones 2a et 2b), la recherche scientifique, la surveillance et les activités éducatives (sous réserve de l'approbation d'un plan d'activités) et toute autre activité liée à la sûreté et à la sécurité (Gouvernement du Canada 2019).

Un aperçu biophysique a été réalisé en 2010 pour le site d'intérêt afin de compiler toute l'information accessible sur les diverses composantes biologiques et physiques de la zone d'étude (MPO 2011). Des renseignements de référence sur les conditions écologiques, les espèces et l'habitat, y compris les lacunes dans les connaissances, ont été recueillis. Six

¹ Warren *et al.* (en préparation). Détermination des sites de référence et d'une approche de surveillance pour la zone de protection marine du chenal Laurentien. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech.

**Détermination des sites de référence et
d'une approche de surveillance scientifique
pour la ZPM du chenal Laurentien**

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

objectifs de conservation ont été sélectionnés pour le chenal Laurentien à partir des constatations de cet aperçu biophysique (Gouvernement du Canada 2019).

1. Protéger les coraux, notamment les concentrations importantes de pennatules, des effets nuisibles découlant des activités humaines pratiquées dans la ZPM du chenal Laurentien (p. ex. l'exploration pétrolière et gazière, l'installation de câbles sous-marins et l'ancrage).
2. Protéger l'aiguillat noir de la mortalité attribuable aux activités humaines (p. ex. les prises accessoires dans le contexte de la pêche commerciale) dans la ZPM du chenal Laurentien.
3. Protéger la raie à queue de velours de la mortalité attribuable aux activités humaines (p. ex. les prises accessoires dans le contexte de la pêche commerciale) dans la ZPM du chenal Laurentien.
4. Protéger la maraîche de la mortalité attribuable aux activités humaines (p. ex. les prises accessoires dans la pêche commerciale) dans la ZPM du chenal Laurentien.
5. Promouvoir la survie et le rétablissement du loup à tête large en atténuant les risques de dommages causés par les activités humaines (p. ex. les prises accessoires dans le contexte de la pêche commerciale) dans la ZPM du chenal Laurentien.
6. Promouvoir la survie et le rétablissement de la tortue luth en atténuant les risques de dommages causés par les activités humaines (p. ex. les empêtrlements dans des engins de pêche commerciaux, les activités sismiques) dans la ZPM du chenal Laurentien.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur la caractérisation du site de la ZPM du chenal Laurentien, consulter l'aperçu biophysique (DFO 2011).

L'évaluation des agents de stress écosystémiques et des effets cumulatifs est un facteur important de l'élaboration des objectifs de conservation pour les ZPM. La pertinence des agents de stress écosystémiques dépend des objectifs réglementaires de la ZPM en question. En ce qui concerne la ZPM du chenal Laurentien, la principale menace définie dans le règlement à son sujet est la pêche commerciale; six objectifs de conservation réglementaires ont ainsi été énoncés pour guider l'évaluation de la ZPM. Toutefois, par le passé, la ZPM du chenal Laurentien a été peu exposée à la pêche (Muntoni *et al.* 2019). Les paramètres de vulnérabilité n'ont pas été officiellement déterminés pour quantifier l'impact de divers agents de stress (p. ex. pêche, voies de navigation, câbles sous-marins) sur les habitats de la ZPM du chenal Laurentien, mais d'autres activités humaines menées à l'intérieur de la ZPM, comme la navigation et le bruit connexe, peuvent créer différents agents de stress supplémentaires dans le milieu marin, comme les rejets dans l'eau (p. ex. eaux usées, déversements d'hydrocarbures, déchets marins, espèces envahissantes), les impacts physiques (p. ex. bruit, collisions avec la faune, dommages causés par les ancres) ou les émissions atmosphériques (Jägerbrand *et al.* 2019; Hannah *et al.* 2020). Les voies de navigation dans la ZPM du chenal Laurentien peuvent poser des risques pour plusieurs des espèces prioritaires. Par exemple, le mouillage peut endommager ou détruire des espèces de coraux, comme les pennatules, et les tortues luths peuvent être vulnérables aux collisions avec des navires dans la région. On ignore encore l'étendue des effets localisés des changements climatiques sur la ZPM du chenal Laurentien, mais ils devraient être considérés comme un agent de stress potentiel pour l'écosystème en général et pour les espèces prioritaires ciblées par les objectifs de conservation.

Biodiversité et espèces prioritaires d'intérêt pour la conservation

La ZPM du chenal Laurentien sert d'habitat à une multitude de taxons d'importance commerciale, culturelle et écologique qui peuvent fournir d'importants services écosystémiques (p. ex. séquestration du carbone). C'est la plus grande ZPM où aucun prélèvement n'est effectué dans l'est du Canada. Elle fait partie du réseau de conservation marine du Canada qui cherche globalement à protéger la biodiversité contre les agents de stress d'origine humaine tels que l'extraction de ressources et la pollution. De plus, la biodiversité de la ZPM du chenal Laurentien pourrait créer un écosystème plus résilient qui aidera à soutenir les espèces prioritaires suivantes qui sont désignées parmi les objectifs de conservation de la ZPM : les coraux (en particulier les pennatules), l'aiguillat noir, la raie à queue de velours, la maraîche, le loup à tête large et la tortue luth. Pour obtenir des renseignements plus détaillés sur la biologie et l'écologie de ces espèces dans le contexte de la ZPM du chenal Laurentien, consulter les documents MPO (2015) et Warren *et al.* (en préparation)¹. La conservation de la biodiversité étant l'objectif premier de cette ZPM, il est important que les indicateurs permettant de mesurer divers aspects de la biodiversité soient également inclus dans l'approche de surveillance scientifique.

ÉVALUATION

La région de Terre-Neuve-et-Labrador du MPO a créé un groupe de travail pour élaborer un programme de surveillance des ZPM et des refuges marins de la région, y compris une approche de surveillance scientifique pour la ZPM du chenal Laurentien. Le groupe de travail sur la surveillance de Terre-Neuve-et-Labrador (ci-après appelé groupe de travail sur la surveillance) est composé de représentants des Sciences, de Planification et conservation marines et de la Gestion des ressources, ainsi que du Marine Institute, dans le cadre d'un projet de collaboration en cours pour la surveillance des aires marines protégées dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador. Ce groupe de travail définit des relevés et des indicateurs appropriés pour chacune des aires de conservation depuis septembre 2021.

L'une de ses premières étapes a consisté à élaborer une feuille de calcul détaillée avec une liste d'indicateurs et de types de relevés potentiels par objectif de conservation dans chacune des ZPM et chacun des refuges marins de la région de Terre-Neuve-et-Labrador, notamment des considérations sur le calendrier et la fréquence des relevés par site. L'application de la même approche de surveillance globale dans plusieurs des aires de conservation (ZPM et refuges marins) permettra une collecte de données plus uniformes et comparables dans l'ensemble de la région, et elle constitue le moyen le plus efficace de mettre à l'essai des méthodes et des stratégies de relevé, d'investir dans la capacité et de mettre en œuvre le programme à l'échelle régionale.

L'approche convenue par le groupe de travail sur la surveillance et décrite ici s'appliquera à toutes les ZPM et à tous les refuges marins de la région, sauf dans ceux où ont des programmes de surveillance sont bien établis (la ZPM de la baie Gilbert et la ZPM d'Eastport). L'approche sera uniforme entre les zones, mais plusieurs de ses éléments seront propres aux aires de conservation et à leurs objectifs de conservation. L'approche est décrite ci-dessous comme suit :

1. surveillance de base;
2. recherche ciblée;
3. surveillance complémentaire.

**Détermination des sites de référence et
d'une approche de surveillance scientifique
pour la ZPM du chenal Laurentien**

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

- La surveillance de base sera axée sur un échantillonnage efficace et au même endroit de plusieurs indicateurs clés, ce qui peut être fait chaque année dans toutes les zones ou presque. Une fréquence d'échantillonnage élevée sera importante, en particulier les premières années de la mise en place du programme de surveillance, et pourra être ajustée. La surveillance de base visera à utiliser des techniques peu ou non invasives, à assurer une collecte de données rentable sur la plupart ou la totalité des objectifs de conservation et à être comparable d'une zone de conservation à l'autre, générant un ensemble de données régionales à long terme. Elle comprendra des opérations telles que l'établissement de profils de conductivité, de température et de profondeur (CTP; les données océanographiques), l'échantillonnage de l'eau (p. ex. prélèvement d'échantillons pour l'ADNe et les paramètres physico-chimiques), le déploiement de caméras (p. ex. caméras lestées) et les amarrages. Le groupe de travail sur la surveillance discute encore de la liste complète des types de relevés à réaliser. Les sites de surveillance de base peuvent comprendre des stations le long de lignes traversant les ZPM ou refuges marins ou être choisis au hasard au besoin (p. ex. échantillonnage opportuniste). Les protocoles seront normalisés pour faciliter les comparaisons et les collaborations avec les partenaires de surveillance (p. ex. le Marine Institute).
- La recherche ciblée comprendra des programmes à plus court terme axés sur la recherche, visant à recueillir des renseignements plus détaillés sur les objectifs de conservation ou les espèces prioritaires, à mettre à l'essai l'équipement et les méthodes (essais sur le terrain), à améliorer la rigueur ou la compréhension des hypothèses du programme de surveillance, ainsi qu'à collecter des données supplémentaires pour comprendre les tendances observées. Les études cherchant à améliorer ou à compléter le plan de surveillance doivent être planifiées et menées dès que possible afin que les données des séries chronologiques ne soient pas faussées par des changements méthodologiques.
- La dernière partie de l'approche se concentrera sur l'utilisation de données complémentaires (surveillance complémentaire) provenant de diverses sources, dont les relevés n'ont pas été spécialement conçus dans le cadre du programme de surveillance (PMZA, relevés de recherche au chalut, imagerie satellite, observateurs en mer, etc.), mais qui ont continué ou devraient continuer à recueillir des données dans ou autour des ZPM et des refuges marins. Ces données peuvent compléter ou faciliter l'interprétation des données collectées pendant la recherche ciblée et la surveillance de base. Il peut y avoir des limites à la façon dont ces ensembles de données peuvent être appliqués ensemble pour guider la surveillance, car plusieurs outils d'échantillonnage et échelles spatiales (l'empreinte de chaque échantillon, la couverture dans l'ensemble de la ZPM et le co-emplacement) peuvent être difficiles à intégrer.

Le tableau 1 présente un calendrier proposé des activités de surveillance dans la ZPM du chenal Laurentien par méthode de relevé de 2022 à 2026 et constitue un point de départ pour la discussion. Il indique les méthodes et les protocoles de relevé, résumés ci-dessous et décrits plus en détail dans Warren *et al.* (en préparation)¹, classés selon l'approche ci-dessus. En plus de la surveillance de base annuelle proposée, la surveillance complémentaire est, dans la plupart des cas, effectuée chaque année (p. ex. relevés de recherche au chalut du MPO, PMZA, observateurs en mer), tandis que la recherche ciblée sera probablement plus espacée dans le temps (p. ex. deux à cinq ans pour un relevé par véhicule téléguidé [VTG], mais période plus courte et plus immédiate pour tester l'équipement et les méthodes); il pourrait aussi s'agir de relevés intensifs menés seulement quelques années à la fois (p. ex. relevés par marquage et télémétrie par satellite; tableau 1). Le tableau indique également la plateforme utilisée pour

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

réaliser les relevés. Par exemple, plutôt que de compter sur du temps-navire à bord des navires de la Garde côtière canadienne, on peut recourir à des navires affrétés pour effectuer une grande partie du travail, y compris les déploiements de caméras, l'échantillonnage de l'eau (ADNe) et des sédiments (voir le tableau 1).

Bien qu'elle soit décrite ici comme trois flux de données distincts, la collecte de données pour les trois flux se chevauchera probablement ou aura lieu simultanément dans certains cas. Ce programme sera évalué et ajusté au besoin après les premières années. L'approche de surveillance scientifique décrite dans le présent document se concentre sur quatre éléments principaux :

1. les sites de référence;
2. les méthodes et stratégies de relevé;
3. les indicateurs;
4. le plan d'étude.

Les sections suivantes décriront chacun de ces quatre éléments, en mettant l'accent sur la ZPM du chenal Laurentien.

**Détermination des sites de référence et
d'une approche de surveillance
scientifique pour la ZPM du chenal
Laurentien**

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

Tableau 1. Calendrier des activités de surveillance dans la ZPM du chenal Laurentien, de 2022 à 2026.

Méthode de relevé	2022- 2023	2023- 2024	2024- 2025	2025- 2026	Échantillonnage (surveillance de base ou complémentaire/ recherche ciblée)	Fréquence
Relevés plurispécifiques au chalut du MPO	-	-	-	-	Complémentaire	Annuelle (printemps)
Relevés aériens (tortues, cétacés, scyphozoaires)	-	-	-	-	Complémentaire	Annuelle
Imagerie satellite	-	-	-	-	Complémentaire	Annuelle (continue)
Étiquettes satellites (étiquettes collectrices de données détachables et émettrices)	-	-	-	-	Ciblée	Pas de plan
Téléométrie acoustique (récepteurs et marquage)	-	-	-	-	Ciblée	Pas de plan
Récepteurs acoustiques (amarrages et mobiles)	-	-	-	-	Ciblée	Pas de plan
Sonar multifaisceau et à balayage latéral	* Réalisé pour la ZPM du chenal Laurentien (de 2010 à 2013)				Ciblée	Pas de plan
Amarrage océanographique	-	-	-	-	Complémentaire/de base	Annuelle (continue)
Profil CTP	-	-	-	-	Complémentaire/de base	Semestrielle (de base)
ADNe (eau/sédiments)	-	-	-	-	De base	Semestrielle (de base)
Carottier à sédiments (benne benthique/carottier à boîte)	-	-	-	-	De base	Semestrielle (de base)
Caméra lestée qu'on laisse dériver/caméra remorquée (systèmes de caméras sans véhicule téléguidé)	-	-	-	-	De base	Semestrielle (de base)
Caméra appâtée	-	-	-	-	De base	Semestrielle (de base)
Véhicule téléguidé	-	-	-	-	Ciblée	Tous les 5 à 10 ans environ
Profileur de vision sous-marine	-	-	-	-	De base	Semestrielle (de base)
Données des observateurs	-	-	-	-	Complémentaire	Annuelle
PMZA	-	-	-	-	Complémentaire	Annuelle (printemps et automne)
Observations opportunistes	-	-	-	-	Complémentaire	Annuelle
Système de surveillance des navires ou journaux de bord	-	-	-	-	Complémentaire	Annuelle
Fishermen, Food and Allied Workers Union	-	-	-	-	Complémentaire	Annuelle
Vérification à quai	-	-	-	-	Complémentaire	Annuelle
Relevé commercial des grands requins pélagiques à la palangre	-	-	-	-	Complémentaire	Tous les 5 ans environ
Relevé des sébastes	-	-	-	-	Complémentaire	Semestrielle (fin de l'été)
Relevé du flétan à la palangre (Maritimes)	-	-	-	-	Complémentaire	Annuelle (été)
Relevé hivernal du poisson de fond (Golfe)	-	-	-	-	Complémentaire	Programme de 3 ans

**Détermination des sites de référence et
d'une approche de surveillance
scientifique pour la ZPM du chenal
Laurentien**

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

Laurentien

Méthode de relevé			2022- 2023	2023- 2024	2024- 2025	2025- 2026	Échantillonnage (surveillance de base ou complémentaire/ recherche ciblée)	Fréquence
Activité	Relevé aérien	Relevé des sébastes	Navire affrété		Collecte de données non dirigée par le MPO		Relevé du flétan à la palangre	
Relevés au chalut du MPO	VTG	Relevé hivernal sur le poisson de fond (Golfe)	PMZA/océanographie		Relevé des grands requins pélagiques à la palangre			

Éléments de l'approche de surveillance scientifique

L'approche de surveillance proposée pour la ZPM du chenal Laurentien vise à recueillir des données permettant d'évaluer et d'interpréter l'état et les tendances des espèces prioritaires désignées dans les objectifs de conservation. Même si un élément important du programme doit cibler les données sur les espèces prioritaires, l'information sur les facteurs environnementaux importants tels que la température, la salinité et la productivité sera également incluse dans la mesure du possible, car ces données seront utiles pour interpréter l'état et les tendances quant aux objectifs de conservation. Comme il est indiqué dans Lewis *et al.* (2016), il existe plusieurs lacunes dans les données sur le chenal Laurentien et il sera nécessaire d'en combler certaines au moyen de recherches ciblées ou de la collecte de données de référence avant de s'engager avec un ensemble final de protocoles de surveillance à long terme.

Le cadre de détermination des indicateurs, des protocoles et des stratégies de surveillance décrit dans Lewis *et al.* (2016) a servi de base à la sélection d'indicateurs de surveillance scientifiques et de méthodes de relevé appropriés pour les six objectifs de conservation. Un autre document d'orientation, plus spécifique à la surveillance des coraux et des éponges, fournit une grande partie de la base pour les indicateurs et les relevés relatifs aux objectifs de conservation des pennatules (DFO 2021). En utilisant ces documents comme point de départ, plusieurs discussions ont eu lieu avec des experts en la matière, lors des réunions du groupe de travail sur la surveillance, afin de déterminer les indicateurs et les méthodes de relevé les plus appropriés ou les plus efficaces qui pourraient être utilisés au cours des prochaines années du programme de surveillance. Chaque objectif de conservation ou espèce prioritaire a été étudié et les indicateurs de surveillance pertinents ont été définis. Des méthodes et des stratégies de relevé ont également été proposées pour chaque indicateur. Les détails sur d'autres éléments des relevés, notamment leur fréquence ou saisonnalité proposées, ainsi que les mises en garde ou détails supplémentaires ont été discutés et consignés dans le cadre de ces discussions.

Il faudra du temps pour mettre en place l'approche de surveillance régionale à long terme. Les premières années seront consacrées à la mise à l'essai des méthodes et des stratégies de relevé proposées, à la collecte de données de référence et à l'étude de la pertinence des indicateurs présélectionnés pour surveiller l'état et les tendances des espèces prioritaires et de la biodiversité. La mise en œuvre de cette approche de surveillance scientifique doit donc être souple et le groupe de travail sur la surveillance continuera d'évaluer et de peaufiner ces éléments, au besoin.

Sites de référence

L'évaluation de l'efficacité est une partie importante de la gestion de la ZPM, car elle peut guider les ajustements à apporter aux approches de gestion. L'efficacité est souvent mesurée par des comparaisons avec les sites de référence qui ne bénéficient pas de la protection de la ZPM. En effet, ces emplacements permettent aux gestionnaires d'isoler les effets de la protection de la ZPM des tendances régionales plus générales ou de la variabilité naturelle. Cependant, il est difficile et imparfait de trouver des sites de référence pour des écosystèmes complexes de grande envergure dans le meilleur des cas (Underwood 1992), car contrairement aux environnements de laboratoire, des facteurs de confusion prédominent dans les conditions de terrain (Fraschetti *et al.* 2002). Dans le cas de la ZPM du chenal Laurentien, ces préoccupations sont encore plus grandes puisque le processus d'établissement de la ZPM a donné lieu à une aire protégée qui n'était pas facilement comparable aux habitats adjacents.

Plus précisément, la zone d'origine ciblée pour la protection était caractérisée par de vastes étendues d'habitat qui étaient en grande partie non exploitées (Muntoni *et al.* 2019). Avant de finaliser les limites de la ZPM, on a recouru à une analyse coûts-avantages pour réduire davantage les répercussions sur les pêcheurs en éliminant les quelques zones qui étaient fréquemment exploitées (Gouvernement du Canada 2019). La ZPM représente maintenant une zone qui se caractérise de façon unique par des niveaux historiquement faibles d'exposition aux agents de stress liés à la pêche, comme le chalutage de fond. Cela signifie certes que la ZPM du chenal Laurentien représente un écosystème relativement intact par rapport aux zones environnantes, en particulier pour la faune sensible aux répercussions de la pêche (p. ex. les pennatules), mais aussi qu'il est intrinsèquement difficile de trouver des sites de référence appropriés, comme l'exigent les objectifs énoncés pour ce processus du SCAS (DFO 2015; Stanley *et al.* 2015).

Il est aussi difficile de trouver des sites de référence pour la ZPM du chenal Laurentien parce que deux des espèces prioritaires d'intérêt pour la conservation dans la ZPM, à savoir la tortue luth et la maraîche, sont de grands migrateurs et ne résident pas uniquement dans la ZPM. Il pourrait donc s'avérer impossible d'établir des sites de référence traditionnels pour ces deux espèces et difficile de détecter des changements notables dans ce qui est une partie relativement petite de la répartition de ces espèces (Lewis *et al.* 2016). Le plan d'activités et la surveillance d'une ZPM doivent tenir compte des profils de déplacement des espèces importantes. Le domaine vital (ou le milieu de vie) des adultes peut varier considérablement, ce qui se traduit par des lacunes dans la protection (Stanley *et al.* 2015). Par conséquent, il peut être difficile de détecter des changements dans les mesures de ces espèces fortement migratrices et une longue période peut être nécessaire pour voir un signal détectable de la promotion de la survie et du rétablissement de ces espèces (James *et al.* 2005). Dans ces deux cas, tous les déclin de la population dans le temps ne peuvent être entièrement attribués à l'incapacité de la ZPM à atteindre ses objectifs, car soit l'espèce passe une partie importante de sa vie en dehors de la protection de la ZPM, soit son occupation de la ZPM du chenal Laurentien peut varier d'une année à l'autre. Par exemple, on sait, d'après les données satellites (MPO 2020), que la tortue luth traverse la ZPM du chenal Laurentien, mais elle est rarement documentée à l'intérieur. Il sera difficile d'évaluer les avantages de la ZPM pour ces taxons, car ils passent la plupart de leur temps à l'extérieur des limites de la ZPM. En résumé, pour ces deux espèces hautement migratrices, des sites de référence n'ont pas été choisis dans la ZPM du chenal Laurentien ni à proximité, car leur degré de fidélité au site et à des habitats définis dans la ZPM est faible. Les sites de surveillance des autres espèces prioritaires sont abordés ci-dessous.

Méthodes de sélection des sites

Le cadre de référence de ce processus du SCAS prévoyait la détermination de sites de référence dans la mesure du possible. Compte tenu des circonstances décrites ci-dessus, notre approche était axée sur la détermination de sites de surveillance potentiels pour suivre les tendances dans la ZPM, plutôt que sur des sites de référence, tels que définis précédemment. Avec cette approche, davantage de ressources sont accessibles pour améliorer la précision des estimations de l'état et des tendances des espèces prioritaires. Néanmoins, la collecte de données sur des sites à l'extérieur de la ZPM, dans la mesure du possible, peut être utile pour fournir des renseignements de référence pour les études et le contexte futurs de la recherche ciblée, si des changements à grande échelle touchent l'écosystème. Par exemple, les données des relevés de recherche au chalut effectués à l'extérieur de la ZPM continueront d'être recueillies dans le cadre d'une longue série chronologique de données plurispécifiques (p. ex.

surveillance complémentaire) et seront utiles pour fournir un contexte sur les tendances régionales de certaines espèces prioritaires. Nous déterminons donc des sites de surveillance pour la surveillance de base dans la ZPM (méthode 1), des zones aux conditions environnementales comparables à l'extérieur de la ZPM délimitées à l'aide d'une cartographie non supervisée de l'habitat (méthode 2) et une analyse des communautés fondée sur les strates (méthode 3).

La **méthode 1** établit des stations fixes pour la surveillance de base dans la ZPM. Le programme de surveillance de base se veut rentable, exécuté au même endroit et représentatif des habitats présents dans la ZPM. La sélection des zones de surveillance a pris en compte les principaux critères suivants dans un premier temps.

- Inclure différentes zones de la ZPM représentant les types de fond et les paysages benthiques disponibles (figure 2; Lacharité *et al.* 2020) : bien que les transitions entre les paysages benthiques soient graduelles et que leurs véritables limites ne soient pas fixées par un polygone, elles ont été produites à l'aide de divers types de données (p. ex. multifaisceau, imagerie du fond marin, échantillons de sédiments) et l'échantillonnage dans différents paysages benthiques nous permettra sans doute de couvrir un large éventail d'habitats.
- Inclure des profondeurs représentatives : à l'intérieur de la ZPM, les profondeurs varient entre 116 et 491 m, la majeure partie de la variation étant orientée du nord-est au sud-ouest (de moins profonde à plus profonde). Les zones de moins de 150 m de profondeur sont concentrées dans une mince bande sur le côté est de la ZPM, en dehors de la zone benthique importante (ZBI; Kenchingotn *et al.* 2016) des pennatules, et la grande majorité (69 %) de la ZPM a une profondeur supérieure à 400 m (figure 2). Par conséquent, les sites de surveillance doivent comporter des stations sur les côtés ouest et est de la ZPM afin de tenir compte de la variabilité en profondeur.
- Inclure des sites dans les polygones de la ZBI des pennatules : les ZBI des pennatules sont, par définition, des zones abritant de fortes concentrations de pennatules. Étant donné que la protection des pennatules est l'un des objectifs de conservation de cette ZPM, il faut avoir suffisamment de stations dans les ZBI pour déterminer l'état des pennatules dans la ZPM.

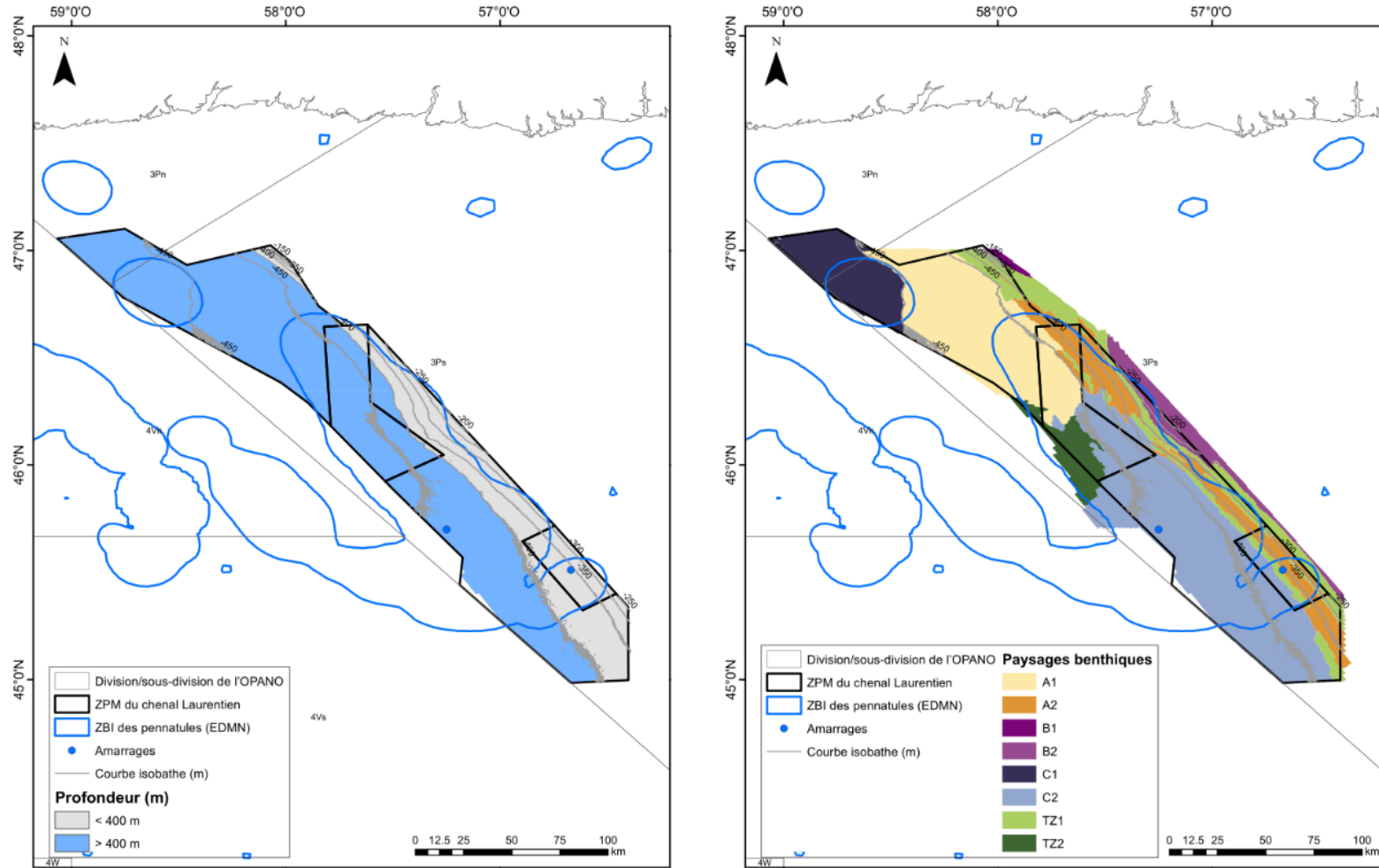


Figure 2. Distribution des profondeurs montrant comment la majeure partie de la ZPM du chenal Laurentien a une profondeur supérieure à 400 m (à gauche), ainsi que paysages benthiques et ZBI des pennatules de la ZPM (à droite). La couche cartographique des paysages benthiques provient de Lacharité et al. (2020).

**Désignation des sites de référence et
détermination d'une approche de surveillance
scientifique pour la ZPM du chenal Laurentien**

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

En plus des critères ci-dessus, l'efficacité et le caractère réalisable du relevé ont été pris en compte pour optimiser la durée (p. ex. le temps consacré à la collecte de données) et le coût des relevés. Compte tenu de la grande taille de la ZPM du chenal Laurentien (environ 300 km du nord au sud), le temps de déplacement entre les stations pourrait être considérable et mieux investi dans la collecte de données. Pour mettre les choses en contexte, si un navire se déplace à une vitesse de huit nœuds (selon le navire), il pourrait lui falloir environ 20 heures pour traverser toute la ZPM.

Sur la base des considérations ci-dessus, nous proposons quatre principaux ensembles de stations le long de quatre lignes traversant la ZPM d'ouest en est. Ces stations de surveillance de base couvrent différentes profondeurs et représentent six des huit paysages benthiques. Les quatre lignes proposées à travers la ZPM sont équidistantes de 60 km (figure 3), avec une distance estimée à environ 35 km (19 milles marins) entre la première et la dernière station sur une ligne. Ce plan permet d'échantillonner les paysages benthiques qui couvrent la majorité de la ZPM, mais ne prévoit aucune station de surveillance de base des paysages benthiques dans la partie nord de la ZPM (C1 et B1).

- La ligne 1 est celle qui est située la plus au nord, à l'extérieur de la ZBI des pennatules, et traverse le paysage benthique A1 (principalement de la vase) et une partie du paysage benthique TZ1 (sédiments mixtes). La profondeur est très constante sur la majeure partie de cette ligne (de 440 à 460 m), mais elle atteint 350 m du côté est de la ZPM.
- La ligne 2 se trouve à l'intérieur de la grande ZBI des pennatules et traverse quatre paysages benthiques différents : les deux présents sur la ligne 1, mais aussi les paysages benthiques TZ2 (sédiments fins) et A2 (sédiments mixtes), non couverts sur la ligne 1. La ligne 2 traverse des profondeurs de 250 à 450 m (d'est en ouest).
- La ligne 3 est également à l'intérieur de la grande ZBI des pennatules et traverse quatre paysages benthiques différents : A2 et TZ1, mais aussi C2 (vase sableuse) et un peu de B2 (vase, sable pierreux), non couverts sur les lignes précédentes. Cette ligne traverse des profondeurs de 250 à 450 m (d'est en ouest).
- La ligne 4 est partiellement à l'intérieur de la grande ZBI des pennatules et traverse les mêmes paysages benthiques que la ligne 3, à l'exception de B2. Cette ligne comporterait également des stations à proximité d'un amarrage du PMZA déployé sur ce site. Elle traverse des profondeurs de 280 à 430 m.

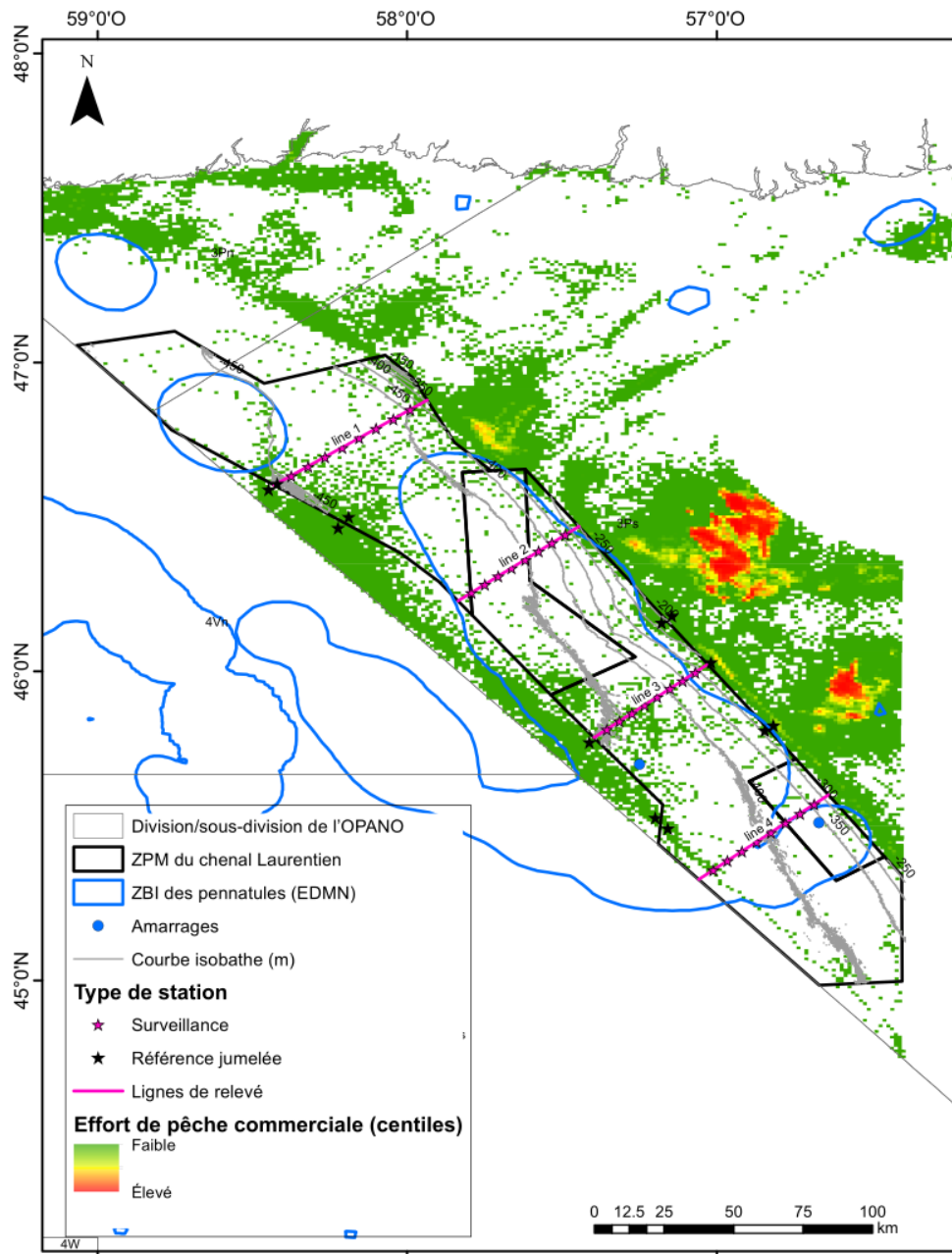


Figure 3. Effort de pêche commerciale (centiles provenant du Système de surveillance des navires) d'après Koen-Alonso et al. (2018) superposé à la ZPM du chenal Laurentien. Les zones en rouge représentent un effort de pêche élevé et les zones en vert, un effort faible. Les étoiles roses le long des lignes de relevé 1 à 4 représentent des stations de surveillance potentielles (huit par ligne) dans un scénario possible, et les étoiles noires représentent des stations de référence jumelées proposées où une pêche a eu lieu à l'intérieur et à l'extérieur de la ZPM.

Le nombre définitif de stations par ligne, le nombre de transects d'imagerie du fond marin par station, leur longueur et la méthode (p. ex. photos ou vidéos) n'ont pas encore été déterminés.

Cependant, l'analyse de puissance menée par Morris et ses collaborateurs (2024) à l'aide de données recueillies par caméra vidéo lestée sur des transects d'environ un kilomètre de longueur indique qu'au moins 30 transects (pour l'ensemble de la ZPM) pourraient être nécessaires pour détecter des changements dans l'abondance des pennatules. S'il n'est pas possible de réaliser un relevé sur les quatre lignes la même année, on pourrait envisager d'alterner les lignes ou années. Étant donné que la puissance statistique demeure inconnue pour d'autres méthodes de surveillance de base, nous recommandons qu'elles soient menées au même endroit que l'échantillonnage des pennatules. Cependant, une fois que les données préliminaires permettront des analyses de puissance supplémentaires, on pourra affiner les allocations d'échantillons pour d'autres méthodes.

Nous recommandons également que toutes les zones sélectionnées pour la surveillance des pennatules dans la ZPM soient entourées d'une zone tampon ou d'exclusion afin d'éviter les répercussions directes des relevés scientifiques entrant en contact avec le fond qui pourraient influencer les paramètres des pennatules. Par exemple, on poursuivra les relevés de recherche au chalut effectués par le MPO à l'intérieur des limites de la ZPM (DFO 2022), et le chalutage de fond directement dans les zones surveillées spécifiquement pour les pennatules influencera les paramètres de ceux-ci. Le chalutage de fond près de ces zones pourrait également influencer indirectement sur la santé, le recrutement ou la connectivité des populations de pennatules surveillées (p. ex. en raison de la création de panaches de sédiments ou de la réduction de la fraie), mais il n'y a pas encore eu d'études pour le confirmer. La proximité et l'intensité du chalutage lors des relevés de recherche menés à proximité des stations de base pourraient être évaluées comme un facteur de confusion potentiel. Bien que les emplacements des traits des relevés de recherche au chalut du MPO soient stratifiés de manière aléatoire, il est fortement recommandé de choisir d'autres traits situés à l'extérieur de la zone tampon de surveillance. Sinon, on pourrait envisager l'évaluation d'autres emplacements pendant le processus d'approbation du plan d'activités, qui est effectué chaque année.

Il est reconnu que des poches d'activité de pêche historique peuvent être déterminées à l'intérieur de la ZPM, dans lesquelles nous pourrions nous attendre à un rétablissement des taxons sessiles désignés dans les objectifs de conservation (comme les pennatules) par rapport aux zones à l'extérieur de la ZPM. On voit sur la figure 3 ci-dessus 10 autres sites de référence jumelés (un à l'intérieur et un à l'extérieur) le long des limites de la ZPM. Ils sont proposés en tant que sites potentiels affichant des profondeurs et un effort de pêche commerciale historique (voir la figure 3) relativement similaires et qui pourraient être étudiés plus en détail dans le cadre de la recherche ciblée, si cela est jugé nécessaire. De même, des répercussions indirectes du chalutage à l'extérieur de la ZPM sur ces sites de référence sont possibles. Cependant, étant donné que cette approche de surveillance en est encore aux premières étapes de son établissement, il est recommandé de continuer à mettre l'accent sur les sites de surveillance décrits ci-dessus.

La **méthode 2** utilise la cartographie de l'habitat avec des variables abiotiques et a été initialement effectuée pour déterminer des zones dans les divisions 3P et 3O (zone d'étude pour la cartographie de l'habitat, figure 4) de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO) présentant des conditions environnementales similaires et qui pourraient être utilisées pour déterminer des sites de référence potentiels. Bien que les sites de référence ne soient pas nécessairement utilisés dans le programme de surveillance de base de la ZPM du chenal Laurentien, il peut être utile de définir des zones aux conditions environnementales comparables pour comprendre les tendances régionales dans les indicateurs ciblés par le programme de surveillance.

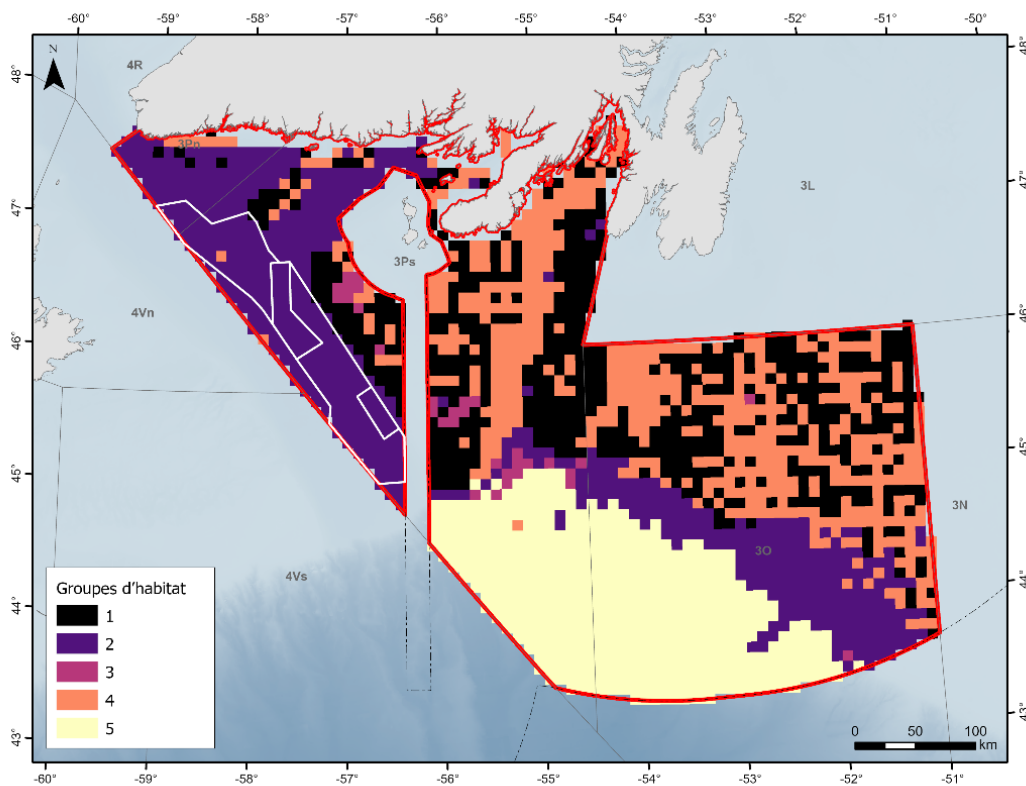


Figure 4. Carte des groupes d'habitats tirée de l'analyse en classification automatique à K moyennes. La zone d'étude de la cartographie de l'habitat, qui englobe les divisions 3O et 3P de l'OPANO à l'intérieur de la zone économique exclusive du Canada (ligne tiretée noire), est délimitée en rouge. La ZPM du chenal Laurentien est indiquée en blanc.

Les habitats situés dans la zone d'étude de la cartographie de l'habitat ont été caractérisés selon une approche de réduction de la dimensionnalité (p. ex. analyse en composantes principales) suivie d'une analyse de concentration non supervisée à l'aide des méthodes décrites dans Van Audenhaege *et al.* (2021). Plus de détails se trouvent dans Warren *et al.* (en préparation)¹. Onze variables abiotiques (bathymétrie, terrain du fond marin, effort de pêche commerciale, température à la surface et au fond, salinité et vitesse du courant) ont été utilisées pour caractériser les habitats dans la zone d'étude. Avant toutes les analyses, les variables d'entrée ont été rééchantillonnées (c'est-à-dire que les couches ont été agrégées à l'aide de la valeur moyenne des cellules d'entrée d'origine) à la même résolution spatiale en fonction de la résolution la plus grossière des couches d'origine (8,7 km).

Les résultats de l'analyse de concentration non supervisée (analyse en classification automatique à K moyennes) ont été tracés pour visualiser où se trouvent les différents groupes dans la zone d'étude (figure 4). Le tracé spatial de ces groupes indique qu'une grande partie de la zone à l'intérieur des limites de la ZPM du chenal Laurentien appartient au groupe 2. Ce dernier est caractérisé par une profondeur moyenne de 280 m, une pente de 0,4 degré, une salinité de 34,4 USP (unité de salinité pratique), une température à la surface de 2,2 °C et une température au fond de 5,4 °C (relativement élevée par rapport aux autres groupes; tableau 2). L'écart relatif par rapport à la valeur moyenne (une mesure du caractère accidenté du fond) est

**Désignation des sites de référence et
détermination d'une approche de surveillance
scientifique pour la ZPM du chenal Laurentien**

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

proche de zéro, indiquant peu de pics ou de fosses dans la topographie dans la zone et que le groupe est généralement orienté vers le sud-ouest (valeur de nordicité de -0,39 et valeur vers l'est de -0,53). En plus du chenal Laurentien, le banc Burgeo, le chenal Hermitage et la limite sud-ouest des Grands Bancs sont assignés au groupe 2 et connaissent probablement des conditions environnementales similaires.

Tableau 2. Valeurs moyennes (\pm ET) des variables abiotiques dans les groupes.

Variable abiotique	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4	Groupe 5
Bathymétrie	-80,57 \pm 35,34	-280,17 \pm 199,51	-250,38 \pm 314,24	-120,54 \pm 127,35	-2 474,16 \pm 983,37
Caractère oriental	-0,01 \pm 0,69	-0,53 \pm 0,53	0,36 \pm 0,51	-0,17 \pm 0,7	-0,27 \pm 0,49
Caractère septentrional	-0,1 \pm 0,71	-0,39 \pm 0,54	-0,6 \pm 0,51	0,03 \pm 0,7	-0,78 \pm 0,3
Pente	0,13 \pm 0,19	0,4 \pm 0,58	0,96 \pm 1,18	0,11 \pm 0,18	1,83 \pm 0,92
Écart relatif par rapport à la valeur moyenne	0,18 \pm 0,19	0 \pm 0,17	0,11 \pm 0,19	0,18 \pm 0,18	-0,01 \pm 0,17
Salinité	32,65 \pm 0,31	34,37 \pm 0,69	33,29 \pm 1,36	32,75 \pm 0,32	34,92 \pm 0,05
Vitesse Uo	-0,02 \pm 0,03	0 \pm 0,01	-0,01 \pm 0,01	0,01 \pm 0,02	0,03 \pm 0,02
Vitesse Vo	0,01 \pm 0,03	0,01 \pm 0,02	0 \pm 0,02	-0,02 \pm 0,03	0,01 \pm 0,02
Température à la surface	1,54 \pm 0,52	2,2 \pm 1	1,87 \pm 0,75	1,71 \pm 0,67	4,59 \pm 0,79
Température au fond	0,86 \pm 0,89	5,36 \pm 1,21	3,43 \pm 2,58	0,97 \pm 1,05	3,16 \pm 0,71
Effort de pêche	4,25 \pm 10,07	3,62 \pm 8,51	133,72 \pm 77,97	6,17 \pm 12,35	1,47 \pm 3,98

La **méthode 3** est une analyse des communautés de poissons par strate d'après les données des relevés de recherche au chalut du MPO. Elle est utile pour l'information comparative de référence et pour comprendre les changements plus importants au niveau de l'écosystème, mais on ne sait pas actuellement comment elle se rapporterait aux objectifs de conservation ciblant des pennatules et une tortue de mer. En fait, l'analyse des communautés par strate a été utilisée pour faciliter la sélection des sites de référence ailleurs (Shackell *et al.* 2021). Par exemple, Shackell et ses collaborateurs (2021) ont sélectionné des sites de référence en fonction de structures de dominance des communautés, d'une biomasse des espèces et de profils de profondeur comparables pour trois fermetures de pêches sur le plateau néo-écossais (région des Maritimes du MPO). Pour examiner la structure des communautés dans la ZPM du chenal Laurentien et autour de celle-ci, notre approche est axée sur les groupes fonctionnels de poissons, qui reposent sur les caractéristiques générales de la taille et les habitudes alimentaires connues de l'espèce (M. Koen-Alonso, région de Terre-Neuve-et-Labrador du MPO comm. pers.). La liste complète des espèces de chaque groupe fonctionnel figure à l'annexe A dans Warren *et al.* (en préparation)¹.

- Benthivores de petite taille – poissons de taille maximale moyenne inférieure à 45 cm qui se nourrissent principalement d'organismes benthiques.
- Benthivores de taille moyenne – poissons de taille maximale moyenne entre 45 et 80 cm qui se nourrissent principalement d'organismes benthiques.

**Désignation des sites de référence et
détermination d'une approche de surveillance
scientifique pour la ZPM du chenal Laurentien**

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

- Benthivores de grande taille – poissons de taille maximale moyenne supérieure à 80 cm qui se nourrissent principalement d'organismes benthiques.
- Piscivores – poissons qui se nourrissent principalement d'autres poissons.
- Plancto-piscivores – poissons planctonophages et piscivores qui se nourrissent à la fois de plancton et de poisson ou principalement de plancton pendant les premiers stades de leur cycle biologique et de poisson pendant les stades ultérieurs.
- Planctonophages – poissons qui se nourrissent principalement de plancton.

Le relevé plurispécifique du MPO utilise un plan de relevé à stratification aléatoire et a lieu chaque printemps (avril à juin) dans les divisions 3L, 3N et 3O et la sous-division 3Ps de l'OPANO (figure 1). Les strates sont utilisées ici pour regrouper des profils de profondeur similaires. Aux fins de la présente analyse, seuls les traits de relevé dans la sous-division 3Ps et la division 3O ont été utilisés afin de limiter l'étendue de la zone d'étude et seulement cinq années de données ont été incluses (de 2015 à 2019) de manière à réduire le nombre de points de données ($n = 1\ 070$ maximum). Les traits de relevé qui ne contenaient aucune espèce du groupe fonctionnel ont été retirés de l'analyse. Un regroupement supplémentaire pour toutes les espèces a été inclus afin de fournir une seule analyse holistique et de représenter toutes les espèces. Les communautés ont été comparées pour chaque strate entre les traits de chalut à l'aide de la biomasse (kg/trait) normalisée selon la longueur du trait et une analyse de concentration a été réalisée pour évaluer les groupes (plus de détails sont fournis dans Warren *et al.* [en préparation]¹). À partir de l'analyse de concentration, on a utilisé des regroupements de strates ayant une valeur de dissimilarité de 50 ou plus pour déterminer des « groupes » uniques présentant une structure de communauté de groupe fonctionnel similaire.

Avec toutes les espèces incluses dans l'analyse, la ZPM du chenal Laurentien fait partie du groupe d'espèces 3 (figure 5). Les zones ayant une structure de communauté similaire sont le chenal Hermitage, le nord de la ZPM et les zones le long de la bordure du plateau au sud-est à des profondeurs similaires. Ces zones correspondent étroitement à celles des résultats de l'analyse de l'habitat non supervisée (voir la figure 4).

**Désignation des sites de référence et
détermination d'une approche de surveillance
scientifique pour la ZPM du chenal Laurentien**

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

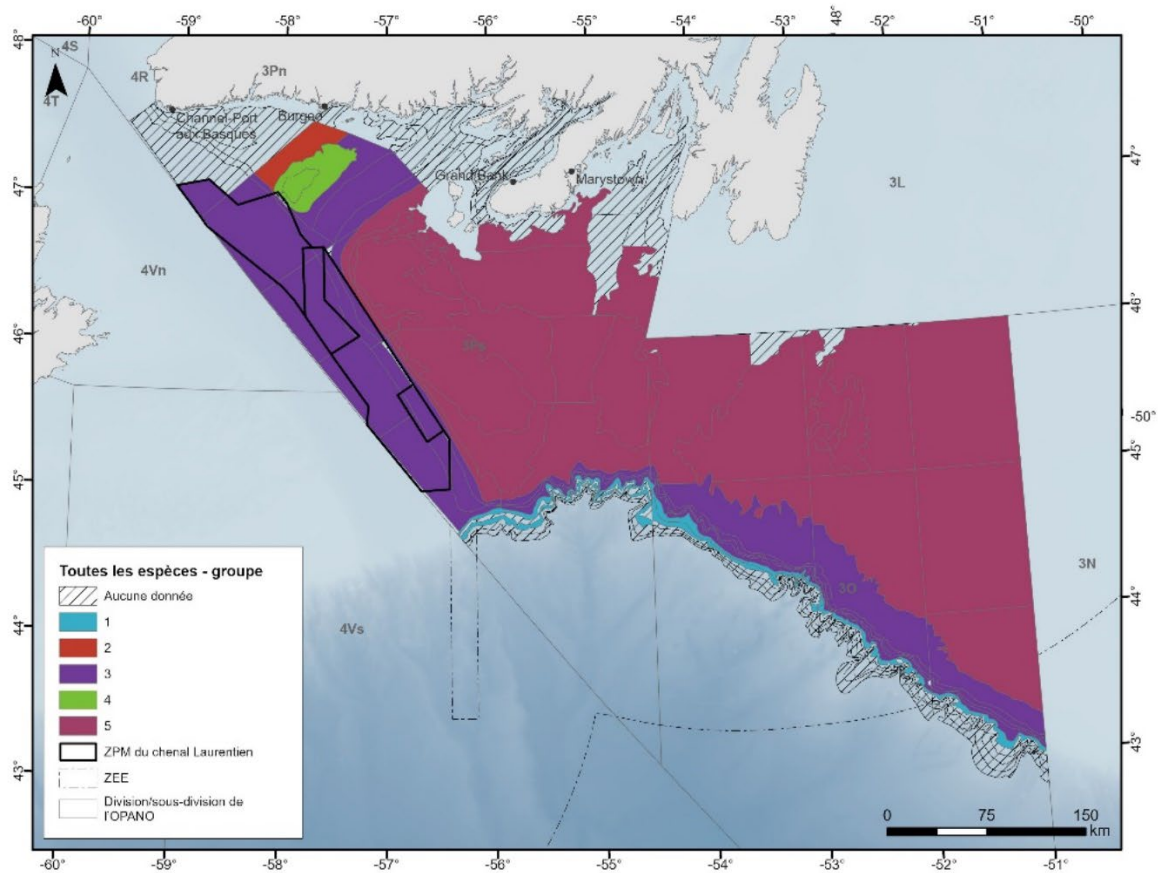


Figure 5. Analyse des communautés par strate pour tous les groupes d'espèces. Carte des groupes avec des valeurs de dissimilarité supérieures à 50.

D'autres précisions sur les cartes de groupes pour les différents groupes fonctionnels de poissons sont données dans Warren *et al.* (en préparation)¹; cependant, la structure des communautés de la ZPM du chenal Laurentien était relativement similaire dans tous les groupes fonctionnels de poissons dans le chenal Hermitage et le long de la bordure du talus sud-ouest des Grands Bancs, de façon similaire aux profils indiqués ci-dessus.

Le suivi des tendances de la structure des communautés au fil du temps à l'aide de cette analyse par strate est un bon moyen d'intégrer les données de relevé de recherche au chalut dans l'approche de surveillance, et il fournira un contexte utile pour comprendre si les changements potentiels des communautés dans la ZPM sont provoqués par des processus écosystémiques à plus grande échelle.

Méthodes et stratégies de relevé

La présente section décrit les méthodes et les stratégies de relevé qui sont proposées pour le programme de surveillance de la ZPM du chenal Laurentien. Le tableau 1 indique la partie de l'approche globale (surveillance de base et complémentaire ou recherche ciblée) à laquelle chaque relevé se rapporte. Dans certains cas, un seul relevé peut être utilisé pour plusieurs approches d'échantillonnage, conformément au tableau (p. ex. les profils CTP sont effectués

dans le cadre du relevé du PMZA [surveillance complémentaire] et seront probablement utilisés dans la surveillance de base).

Échantillonnage benthique

Des outils, des techniques et des méthodologies pour l'élaboration de relevés benthiques dans le cadre de la surveillance des coraux dans les eaux canadiennes ont été décrits de manière détaillée dans Neves *et al.* (en préparation)² et les références qui y sont mentionnées dans le cadre d'un processus national du SCAS sur la surveillance des coraux et des éponges dans les AMCEZ canadiennes. Nous ne nous y attarderons pas davantage ici. Nous incluons plutôt, à partir de cette liste, certains relevés considérés comme adaptés à l'étude des pennatules et des habitats benthiques dans la ZPM du chenal Laurentien et les alentours. Il s'agit notamment de relevés d'imagerie du fond marin (p. ex. caméras lestées), acoustiques (p. ex. sonar multifaisceau à haute résolution) et des sédiments. La sélection de certains outils pour la réalisation de ces relevés est décrite plus en détail dans le document de recherche du SCAS connexe (Warren *et al.* en préparation)¹, qui fournira des options une fois que la sélection des indicateurs aura été entièrement évaluée et finalisée (c'est-à-dire la faisabilité d'utiliser certains indicateurs évalués). Il convient de noter que les outils décrits pour le relevé des pennatules et les relevés benthiques/des habitats peuvent également être utilisés pour les relevés de la biodiversité benthique générale.

Échantillonnage non invasif émergent

Des progrès technologiques ont fourni de nouveaux outils prometteurs pour la surveillance de la biodiversité marine. Comme les approches plus conventionnelles, les méthodes suivantes offrent des caractéristiques attrayantes pour une utilisation dans les aires de conservation, malgré certaines limites. Les méthodes fondées sur l'ADNe se divisent en deux grandes catégories : les méthodes qui ciblent des taxons précis (approches de qPCR) et celles qui échantillonnent un large éventail de la communauté (techniques de métacodage à barres). Les deux catégories reposent sur la collecte de fragments d'ADN qui ont été excrétés par des animaux dans l'environnement (p. ex. dans la colonne d'eau ou les sédiments). Les prélèvements d'ADNe peuvent se faire au moyen d'échantillons d'eau ou de sédiments, sont non létaux et relativement non intrusifs pour les habitats sensibles comparativement à de nombreuses autres méthodes comme le chalutage (Stoeckle *et al.* 2020; Valsecchi *et al.* 2021). De plus, la méthode peut être appliquée à différents types d'habitats, ce qui en fait une bonne solution pour la comparaison entre les aires de conservation. Les systèmes de caméras appâtées, qui peuvent être utilisés pour surveiller les poissons et d'autres communautés biologiques, sont un autre type de méthode non invasive. Comme pour l'ADNe, les caméras appâtées ont un effet minimal sur les habitats et peuvent être déployées dans une variété d'environnements (profondeurs, substrats, etc.). Des caméras fixes équipées de lumières sont immergées pendant un nombre variable d'heures et on utilise ensuite les enregistrements vidéo pour observer les poissons et les invertébrés qui sont attirés par les appâts (p. ex. calmar). Semblable aux caméras appâtées, le profileur de vision sous-marine utilise des systèmes d'imagerie avancés en combinaison avec l'apprentissage automatique pour prendre et classer des images de la faune. Contrairement aux caméras appâtées, le profileur de vision sous-

² Neves, B.M., G. Faille, F.J. Murillo, C. Dinn, M. Pućko, S. Dudas, A. Devanney, P. Allen. (en préparation). Cadre national de suivi des zones abritant des coraux et des éponges définies comme autres mesures de conservation efficaces par zone. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech.

marine cible le zooplancton et est abaissé dans la colonne d'eau en prenant des milliers de photos lorsque le plancton traverse ses capteurs.

Méthodes acoustiques

La télémétrie acoustique est une méthode qui permet de suivre les déplacements et les comportements d'animaux dans les milieux aquatiques sans recapture. Des capteurs supplémentaires peuvent être ajoutés aux émetteurs pour enregistrer les données environnementales et biologiques, y compris, mais sans s'y limiter, la profondeur, la température ou les événements de prédation (Halfyard *et al.* 2017; Banglely *et al.* 2020). Aucune étude par télémétrie (recherche ciblée) n'est planifiée actuellement dans la ZPM du chenal Laurentien, mais des applications suggérées sont décrites dans Warren *et al.* (en préparation)¹ et pourraient être envisagées à l'avenir. D'autres discussions plus approfondies sur les indicateurs précis à mesurer et leur valeur pour le programme de surveillance sont nécessaires avant le lancement.

Sources de données complémentaires

Plusieurs relevés scientifiques en cours peuvent être exploités dans le cadre de la surveillance complémentaire. Les relevés de recherche plurispécifiques au chalut de fond fournissent un échantillonnage indépendant de la pêche des espèces ciblées et non ciblées par les pêches commerciales. Dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador, le MPO effectue un relevé de recherche printanier au chalut chaque année d'avril à juin depuis 1982. En 1995, on a passé d'un chalut à panneaux Engel Hi-Lift à un chalut à crevettes Campelen (McCallum and Walsh 1997). Du fait des différences dans les caractéristiques de ces engins (capturabilité), il n'est pas facile de comparer les données de chaque série chronologique. De plus, un autre changement intervient dans les relevés de recherche au chalut actuels avec l'arrivée de deux nouveaux navires récemment ajoutés à la flotte de la Garde côtière canadienne; une pêche comparative est en cours. En supposant que des facteurs de conversion puissent être calculés, le plan est de poursuivre la série chronologique dans l'avenir prévisible selon le plan à stratification aléatoire actuel. De plus amples détails sur les relevés de recherche au chalut du MPO et leur application dans la ZPM du chenal Laurentien se trouvent dans Lewis *et al.* (2016).

Il existe divers programmes canadiens qui surveillent les prises ou les débarquements des pêches dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador (p. ex. la vérification à quai, l'observation des pêches en mer, les journaux de bord et le Système de surveillance des navires) et qui recueillent des données sur certains des objectifs de conservation (protéger l'aiguillat noir, le loup à tête large et la raie à queue de velours contre la mortalité d'origine anthropique) pour ces espèces de poissons démersaux. Deux de ces programmes, la vérification à quai et les journaux de bord, sont moins utiles pour le programme de surveillance du chenal Laurentien. Dans le cadre du programme de vérification à quai, le loup à tête large, la raie à queue de velours et l'aiguillat noir sont presque toujours rejetés en mer parce qu'ils n'ont pas de valeur commerciale ou que des restrictions sont imposées par la *Loi sur les espèces en péril*. Si elles sont débarquées, ces espèces sont regroupées à un niveau générique (loups de mer [poissons-chats], raies, chiens de mer), et la vérification à quai ne peut donc pas servir de source de données par espèce. À ce jour, le taux de conformité des pêcheurs à l'obligation de retourner les journaux de bord en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* n'a pas été évalué; toutefois, les données sur d'autres exigences liées aux journaux de bord indiquent que les taux de retour sont habituellement très faibles et, par conséquent, inadéquats pour saisir les répercussions réelles de la pêche sur les espèces non ciblées (M. Simpson, région de Terre-Neuve-et-Labrador du MPO, comm. pers.).

Seuls les observateurs canadiens en mer fournissent des données précises sur les prises et les rejets de loups de mer, de raies et d'aiguillats dans les pêches commerciales canadiennes. Malheureusement, ces dernières années, le programme d'observateurs en mer du Canada a très peu couvert la majorité des pêches (p. ex. moins d'un pour cent dans de nombreux cas, ce qui est tout à fait insuffisant pour estimer les répercussions négatives réelles de la pêche commerciale sur les prises accessoires et les espèces en péril). Même avec les mises en garde mentionnées ici, les objectifs de conservation ciblant le loup à tête large, la raie à queue de velours et l'aiguillat noir sont de réduire les prises accessoires dans les pêches commerciales (c'est-à-dire la mortalité d'origine anthropique dans la ZPM du chenal Laurentien), de sorte que les observateurs canadiens en mer (prises et rejets par espèce) et le Système de surveillance des navires (navires signalant leur position géographique, leur vitesse, leur trajectoire et leur activité toutes les heures) seront utiles pour surveiller si la pêche commerciale a lieu dans la ZPM du chenal Laurentien. Étant donné que le règlement sur cette ZPM interdit toute pêche commerciale et récréative dans toutes les eaux à l'intérieur de ses limites, ces outils de surveillance des pêches peuvent aider la Direction de la conservation et de la protection à faire respecter ces interdictions dans cette vaste ZPM.

Le PMZA recueille des données océanographiques physiques et biogéochimiques dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador le long des sections océanographiques traversant le plateau. Deux de ces sections sont situées au nord-est de la ZPM du chenal Laurentien – le sud-est et le sud-ouest du banc de Saint-Pierre – et sont échantillonnées au printemps (avril et mai) et à l'automne (novembre et décembre). Bien que la plupart des stations le long de ces deux sections se trouvent à l'extérieur de la ZPM du chenal Laurentien, les deux stations les plus au sud du sud-ouest du banc de Saint-Pierre sont à l'intérieur des limites de la ZPM. Les différents protocoles d'échantillonnage utilisés par le PMZA sont décrits dans Mitchell *et al.* (2002) et les observations physiques et biogéochimiques les plus récentes sont présentées respectivement dans Cyr *et al.* (2022) et Maillet *et al.* (2022). Les bases de données océanographiques du PMZA sur la région de la ZPM du chenal Laurentien remontent à l'automne 2008. Des procédures similaires peuvent être appliquées pour compléter les bases de données du PMZA en élargissant la couverture spatiale et temporelle de la collecte de données océanographiques dans la ZPM du chenal Laurentien. Depuis 2015, le MPO recueille également des renseignements physiques près du fond (courant, température et salinité) à l'aide de deux amarrages déployés dans la ZPM. Le PMZA assure l'entretien de ces amarrages chaque année et ils peuvent être complétés par plus d'instruments pour mieux caractériser les sites et pour fournir davantage de données au programme de surveillance de la ZPM (ajout de capteurs acoustiques passifs ou actifs, de pièges à sédiments, de capteurs d'oxygène, etc.).

Plusieurs autres relevés en cours et sources de données peuvent contribuer au programme de surveillance, comme le relevé commercial des grands requins pélagiques à la palangre (région des Maritimes du MPO), les observations opportunistes (p. ex. mammifères marins), le relevé des sébastes dirigé par l'industrie, le relevé du flétan à la palangre, le relevé hivernal du poisson de fond (région du Golfe du MPO) et l'imagerie satellite.

Collaborations externes

Les collaborations externes avec des institutions telles que l'Université Memorial, par l'intermédiaire de son Fisheries and Marine Institute, seront une autre source précieuse de données pour la surveillance. Au début de 2022, le MPO et le Fisheries and Marine Institute ont signé un accord de contribution dans le cadre du Programme de contribution à la gestion des océans. Le projet fera progresser les méthodes collaboratives de surveillance des aires marines protégées dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador au cours des quatre prochaines années

(2022 à 2026). La nature collaborative de l'accord permettra d'établir de nouveaux partenariats de recherche entre le MPO et le milieu universitaire et d'accroître la capacité de surveiller non seulement la ZPM du chenal Laurentien, mais aussi d'autres refuges marins dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador. Il sera important, à l'avenir, de normaliser certains protocoles de collecte de données entre les groupes afin de maintenir un niveau raisonnable d'assurance de la qualité, de classement et de comparabilité des données (DFO 2015).

Indicateurs

Il est souvent difficile de mesurer l'effet des décisions de gestion des ZPM et on utilise des indicateurs pour déceler plus facilement le changement et les répercussions sur l'écosystème (Pomeroy *et al.* 2005). Il est crucial de choisir des indicateurs appropriés, qui peuvent être qualitatifs ou quantitatifs, en fonction des objectifs de la ZPM (Pelletier *et al.* 2005). Dans le cadre de détermination des indicateurs, des protocoles et des stratégies de surveillance pour la ZPM du chenal Laurentien (Lewis *et al.* 2016), plusieurs indicateurs potentiels ont été définis pour chaque objectif de conservation, de même que des indicateurs indirects et d'autres indicateurs de caractérisation de l'écosystème et de l'habitat. Pour que notre approche reste pratique et réalisable dans les années à venir, nous avons sélectionné un sous-ensemble de ces indicateurs en suivant plusieurs étapes décrites dans MPO (2013). Ces étapes sont les suivantes :

1. définir les objectifs de conservation opérationnels;
2. déterminer des indicateurs appropriés;
3. définir les critères de sélection;
4. évaluer les indicateurs;
5. évaluer s'il y a redondance;
6. convenir d'un ensemble définitif d'indicateurs;
7. estimer les niveaux de référence limites et les niveaux cibles.

Plusieurs réunions bilatérales ont eu lieu avec des membres du groupe de travail sur la surveillance et d'autres experts en la matière afin de passer en revue la liste des indicateurs potentiels et de déterminer ceux qui conviennent. Huit critères de sélection pour l'étape 3 susmentionnée ont aidé à orienter la discussion :

1. fondement théorique;
2. mesure;
3. données historiques;
4. sensibilité;
5. réactivité;
6. spécificité;
7. sensibilisation du public;
8. rentabilité.

De plus amples détails sur ces critères se trouvent dans MPO (2013). Chaque indicateur a été évalué en fonction de la façon dont il serait utilisé dans le contexte de la surveillance et la liste

définitive des indicateurs a été approuvée par tous les membres du groupe de travail sur la surveillance. L'étape 7 n'a pas été prise en compte dans ce processus, car elle ne faisait pas partie de la portée de la demande; toutefois, l'élaboration de seuils ou de cibles pour certains des indicateurs pourrait être envisagée à l'avenir. Outre les indicateurs propres aux objectifs de conservation et le but global de préserver la biodiversité, des indicateurs pour l'océanographie physique et biologique ont été inclus afin de fournir un contexte pour des changements à plus grande échelle dans l'environnement. En tout, 29 indicateurs (tableau 3), ainsi que les méthodes et stratégies de relevé correspondantes (tableau 4), ont été déterminés.

**Détermination des sites de référence et d'une approche
de surveillance scientifique pour la ZPM du chenal
Laurentien**

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

Tableau 3. Indicateurs sélectionnés pour chacune des espèces prioritaires mentionnées dans les objectifs de conservation ainsi que pour la biodiversité et l'océanographie.

Indicateur	Pennatules	Aiguillat noir	Raie à queue de velours	Loup à tête large	Maraîche	Tortue luth	Biodiversité	Océanographie
Biomasse	X	X	X	X	-	-	X	-
Abondance/densité	X	X	X	X	X	-	-	-
Diversité des espèces/taxons	X	-	-	-	-	-	X	-
Richesse en espèces/taxons	X	-	-	-	-	-	X	-
Distribution selon la taille	X	X	X	X	-	-	-	-
Occurrence/fréquence	-	X	X	X	X	X	-	-
Répartition	-	X	X	-	-	-	-	-
Poids des prises dans les pêches	-	X	X	X	-	-	-	-
Fréquence selon la longueur	-	-	X	X	-	-	-	-
Rencontres létales/empêtements non létaux	-	-	-	-	X	X	-	-
Taille (longueur)	-	-	-	-	X	-	-	-
Poids	-	-	-	-	X	-	-	-
Déplacements	-	-	-	-	X	-	-	-
Colonies de scyphozoaires (abondance et répartition)	-	-	-	-	-	X	-	-
Température	-	-	-	-	-	-	-	X
Chlorophylle a	-	-	-	-	-	-	-	X
Salinité	-	-	-	-	-	-	-	X
Concentration en oxygène	-	-	-	-	-	-	-	X
Acidification de l'océan (alcalinité, pH, CID, pCO ₂)	-	-	-	-	-	-	-	X
Paysage sonore/caractéristiques acoustiques	-	-	-	-	-	-	X	X

**Détermination des sites de référence et
d'une approche de surveillance
scientifique pour la ZPM du chenal**

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

Laurentien

Indicateur	Pennatules	Aiguillat noir	Raie à queue de velours	Loup à tête large	Maraîche	Tortue luth	Biodiversité	Océanographie
Flux de nutriments (mouvement des masses d'eau)	-	-	-	-	-	-	-	X
Courants	-	-	-	-	-	-	-	X
Composition de l'endofaune et de l'épifaune	-	-	-	-	-	-	X	-
Flux trophiques	-	-	-	-	-	-	X	-
Flux énergétiques	-	-	-	-	-	-	X	-
Biomasse des prédateurs/proies	-	-	-	-	-	-	X	-
Productivité primaire	-	-	-	-	-	-	-	X
Variabilité du zooplancton	-	-	-	-	-	-	X	X
Menaces (p. ex. sédimentation, bruit, déversements d'hydrocarbures)	X	-	-	-	-	-	X	-

**Détermination des sites de référence et
d'une approche de surveillance
scientifique pour la ZPM du chenal**

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

Laurentien

Tableau 4. Indicateurs sélectionnés pour chacune des méthodes et stratégies de relevé. Un astérisque est utilisé pour indiquer les relevés qui peuvent être utilisés dans le programme de surveillance, mais qui n'ont pas été couplés à un indicateur de surveillance.

Indicateur	Relevés et stratégies																								
	Relevés au chalut	Relevés aériens	Marquage acoustique et autre			Relevés benthiques/des habitats			Autres techniques minimalement invasives		Océanographie		Lien avec les pêches			Autre collecte de données/autres relevés non effectués par la région de Terre-Neuve-et-Labrador									
	Relevés de recherche plurispécifiques au chalut du MPO	Relevés aériens (tortues, cétagés, scyphozoaires)	Télémetrie acoustique (récepteurs et émetteurs)	Récepteurs acoustiques (amarages et mobiles)	Étiquettes satellites (étiquettes collectrices de données détachables et émettrices)	* Sonar multifaisceau/à balayage latéral	Caméra lestée qu'on laisse dériver/caméra remorquée (sans VTG)	Carrotier à sédiments (benne benthique/carrotier à boîte)	VTG	ADNe (eau/sédiments)	Caméra appâtée	Profileur de vision sous-marine	PMZA	Profil CTP	Amarage océanographique	Vérification à quai	Données des observateurs	Fishermen, Food and Allied Workers Union	Système de surveillance des navires ou journaux de bord	Imagerie satellite	Observations opportunistes	* Relevé des sébastes	* Relevé du flétan à la palangre (Maritimes)	Relevé commercial des grands requins pélagiques à la palangre	* Relevé hivernal du poisson de fond (Golfe)
Biomasse	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abondance/densité	X	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Diversité des espèces/taxons	X	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Richesse en espèces/taxons	X	-	-	-	-	-	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Distribution selon la taille	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Occurrence/fréquence	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	X	-	-	-	-	-
Répartition	X	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-

**Détermination des sites de référence et
d'une approche de surveillance
scientifique pour la ZPM du chenal
Laurentien**

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

Indicateur	Relevés et stratégies																							
	Relevés au chalut	Relevés aériens	Marquage acoustique et autre		Relevés benthiques/des habitats			Autres techniques minimalement invasives		Océanographie	Lien avec les pêches			Autre collecte de données/autres relevés non effectués par la région de Terre-Neuve-et-Labrador										
	Relevés de recherche plurispécifiques au chalut du MPO	Relevés aériens (tortues, cétacés, scyphozoaires)	Téléométrie acoustique (récepteurs et émetteurs)	Récepteurs acoustiques (amarages et mobiles)	Étiquettes satellites (étiquettes collectrices de données détachables et émettrices)	* Sonar multifaisceau/à balayage latéral	Caméra lestée qu'on laisse dériver/caméra remorquée (sans VTG)	Carottier à sédiments (benne benthique/carottier à boîte) VTG	ADNe (eau/sédiments)	Caméra appâtée	Profileur de vision sous-marine	PMZA	Profil CTP	Amarrage océanographique	Vérification à quai	Données des observateurs	Fishermen, Food and Allied Workers Union	Système de surveillance des navires ou journaux de bord	Imagerie satellite	Observations opportunistes	* Relevé des sébastes	* Relevé du flétan à la palangre (Maritimes)	Relevé commercial des grands requins pélagiques à la palangre	* Relevé hivernal du poisson de fond (Golfe)
Poids des prises dans les pêches	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Fréquence selon la longueur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rencontres létales/empêtements non létaux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Taille (longueur)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	
Poids	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	
Déplacements	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Colonies de scyphozoaires – abondance et répartition	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

**Détermination des sites de référence et
d'une approche de surveillance
scientifique pour la ZPM du chenal**

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

Laurentien

Indicateur	Relevés et stratégies																							
	Relevés au chalut	Relevés aériens	Marquage acoustique et autre			Relevés benthiques/des habitats			Autres techniques minimale ment invasives		Océanographie		Lien avec les pêches			Autre collecte de données/autres relevés non effectués par la région de Terre-Neuve-et-Labrador								
	Relevés de recherche plurispécifiques au chalut du MPO	Relevés aériens (tortues, cétacés, scyphozoaires)	Téléométrie acoustique (récepteurs et émetteurs)	Récepteurs acoustiques (amarages et mobiles)	Étiquettes satellites (étiquettes collectrices de données détachables et émettrices)	* Sonar multifaisceau/à balayage latéral	Caméra lestée qu'on laisse dériver/caméra remorquée (sans VTG)	Carottier à sédiments (benne benthique/carottier à boîte) VTG	ADNe (eau/sédiments)	Caméra appâtée	Profileur de vision sous-marine	PMZA	Profil CTP	Amarrage océanographique	Vérification à quai	Données des observateurs	Fishermen, Food and Allied Workers Union	Système de surveillance des navires ou journaux de bord	Imagerie satellite	Observations opportunistes	* Relevé des sébastes	* Relevé du flétan à la palangre (Maritimes)	Relevé commercial des grands requins pélagiques à la palangre	* Relevé hivernal du poisson de fond (Golfe)
Température	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
Chlorophylle a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
Salinité	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Concentration en oxygène	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acidification de l'océan (alcalinité, pH, CID, pCO ₂)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paysage sonore/caractéristiques acoustiques	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flux de nutriments (mouvement des masses d'eau)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Détermination des sites de référence et
d'une approche de surveillance
scientifique pour la ZPM du chenal**

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

Laurentien

Indicateur	Relevés et stratégies																								
	Relevés au chalut	Relevés aériens	Marquage acoustique et autre			Relevés benthiques/des habitats			Autres techniques minimale ment invasives		Océanographie	Lien avec les pêches				Autre collecte de données/autres relevés non effectués par la région de Terre-Neuve-et-Labrador									
	Relevés de recherche plurispécifiques au chalut du MPO	Relevés aériens (tortues, cétacés, scyphozoaires)	Téléométrie acoustique (récepteurs et émetteurs)	Récepteurs acoustiques (amarages et mobiles)	Étiquettes satellites (étiquettes collectrices de données détachables et émettrices)	* Sonar multifaisceau/à balayage latéral	Caméra lestée qu'on laisse dériver/caméra remorquée (sans VTG)	Carottier à sédiments (benne benthique/carottier à boîte)	VTG	ADNe (eau/sédiments)	Caméra appâtée	Profileur de vision sous-marine	PMZA	Profil CTP	Amarrage océanographique	Vérification à quai	Données des observateurs	Fishermen, Food and Allied Workers Union	Système de surveillance des navires ou journaux de bord	Imagerie satellite	Observations opportunistes	* Relevé des sébastes	* Relevé du flétan à la palangre (Maritimes)	Relevé commercial des grands requins pélagiques à la palangre	* Relevé hivernal du poisson de fond (Golfe)
Courants	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Composition de l'endofaune et de l'épifaune	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Structure trophique	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flux énergétiques	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Biomasse des prédateurs/proies	X	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Productivité primaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
Variabilité du zooplancton	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Menaces (p. ex. sédimentation, bruit,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-

**Détermination des sites de référence et
d'une approche de surveillance
scientifique pour la ZPM du chenal
Laurentien**

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

Indicateur	Relevés et stratégies																							
	Relevés au chalut	Relevés aériens	Marquage acoustique et autre		Relevés benthiques/des habitats			Autres techniques minimale ment invasives		Océanographie	Lien avec les pêches		Autre collecte de données/autres relevés non effectués par la région de Terre-Neuve-et-Labrador											
	Relevés de recherche plurispécifiques au chalut du MPO	Relevés aériens (tortues, cétacés, scyphozoaires)	Téléométrie acoustique (récepteurs et émetteurs)	Récepteurs acoustiques (amarrages et mobiles)	Étiquettes satellites (étiquettes collectrices de données détachables et émettrices)	* Sonar multifaisceau/à balayage latéral	Caméra lestée qu'on laisse dériver/caméra remorquée (sans VTG)	Carottier à sédiments (benne benthique/carottier à boîte) VTG	ADNe (eau/sédiments)	Caméra appâtée	Profileur de vision sous-marine	PMZA	Profil CTP	Amarrage océanographique	Vérification à quai	Données des observateurs	Fishermen, Food and Allied Workers Union	Système de surveillance des navires ou journaux de bord	Imagerie satellite	Observations opportunistes	* Relevé des sébastes	* Relevé du flétan à la palangre (Maritimes)	Relevé commercial des grands requins pélagiques à la palangre	* Relevé hivernal du poisson de fond (Golfe)
déversements d'hydrocarbures)																								

Biodiversité

Les évaluations de la biodiversité peuvent être menées à l'aide de données provenant de plusieurs méthodes d'échantillonnage, qui ciblent toutes certains taxons en raison des biais qui y sont associés. Les méthodes émergentes (p. ex. ADNe et caméras appâtées), tout comme les relevés conventionnels (p. ex. relevés de recherche et avec caméras lestées), saisissent un large éventail de taxons. Chacun et chacune peut fournir des données sur les espèces prioritaires mentionnées dans les objectifs de conservation ou les communautés dont elles font partie et dont elles dépendent. Les indicateurs courants de la biodiversité sont la richesse en taxons et la régularité des taxons, des valeurs plus élevées représentant un système abritant une plus grande biodiversité. Mais des mesures plus sophistiquées qui intègrent la fonction et la diversité taxonomique pourraient également être explorées avec ces données. D'autres approches comprennent la complexité du réseau trophique, qui peut être estimée à l'aide des caractéristiques des taxons des espèces trouvées dans la région. Au-delà des relevés de recherche au chalut, il existe peu d'ensembles de données permettant d'évaluer la biodiversité dans la ZPM du chenal Laurentien, de sorte que les ensembles de données utilisés dépendront de la rentabilité déterminée à partir des essais sur le terrain.

Endofaune et épifaune autre que les pennatules

Bien que la protection de l'endofaune benthique et de l'épifaune autre que les pennatules ne soit pas spécifiquement répertoriée comme l'un des objectifs de conservation de cette ZPM, d'autres organismes épifauniques et endofauniques sont également vulnérables au chalutage de fond et devraient être considérés comme faisant partie des approches de surveillance utilisées dans ce programme (De Juan *et al.* 2007). Les évaluations des profils des communautés benthiques et de la diversité des espèces ont souvent porté sur l'analyse de paramètres courants tels que les indices de la richesse, de l'abondance numérique, de la biomasse et de la diversité (p. ex. Shannon-Wiener) (Clarke *et al.* 2014). Cependant, plus récemment, les études qui prennent une mesure supplémentaire pour intégrer l'information biologique (p. ex. les caractéristiques biologiques liées au cycle vital ou aux rôles fonctionnels) sont devenues plus courantes (Tillin *et al.* 2006; Parzanini *et al.* 2018; Lins *et al.* 2021) et devraient être considérées comme faisant partie du plan et de la planification des aires de conservation (Miatta *et al.* 2021). La diversité fonctionnelle a été considérée comme un indicateur de la perturbation provoquée par le chalutage de fond (Tillin *et al.* 2006; De Juan *et al.* 2007), qui était la principale menace définie lors de l'établissement de la ZPM pour les objectifs de conservation du chenal Laurentien.

Paysage sonore

La plupart des paysages sonores naturels sont uniques et différent en fonction d'une variété de facteurs environnementaux (biote, profondeur, type de substrat, couverture de glace, etc.). Ils sont une partie importante de l'habitat de nombreux animaux marins qui utilisent le son pour comprendre leur environnement et communiquer. Cependant, les changements climatiques et d'autres activités anthropiques peuvent modifier la fonctionnalité des aires marines protégées, y compris leur paysage sonore. Le bruit anthropique est un polluant connu pour avoir des effets négatifs sur certains animaux marins, en particulier les mammifères marins, bien que l'on comprenne mal l'impact écologique du bruit sur la grande majorité des autres formes de vie marine. La surveillance du paysage sonore peut guider les scientifiques et les décisions de gestion concernant les effets potentiels d'un tel bruit dans les aires marines protégées (e.g., Weiss *et al.* 2021; McKenna *et al.* 2021). Les grandes aires marines protégées où l'activité de navigation est limitée, comme la ZPM du chenal Laurentien, pourraient réduire les

effets potentiels du bruit sur la vie marine; cependant, les caractéristiques de propagation du bruit à basse fréquence sont telles qu'il peut parcourir des distances exceptionnellement longues et, de ce fait, même les plus grandes aires marines protégées ne sont pas exemptes de sons anthropiques. Par conséquent, il est utile pour les gestionnaires des ressources marines d'avoir une méthode pour détecter les signes de problèmes majeurs. Idéalement, plusieurs mesures de l'environnement acoustique de la ZPM seraient intégrées dans un paysage sonore afin de fournir une description de l'environnement acoustique composite. La caractérisation d'un paysage sonore marin au moyen d'une seule mesure du niveau sonore en donne une description incomplète, réduit notre compréhension des caractéristiques acoustiques distinctives et peut nuire aux comparaisons avec les zones adjacentes ou d'autres aires marines protégées. La valeur quadratique moyenne du niveau de pression acoustique, le niveau de densité spectrale de puissance, les niveaux d'exposition sonore quotidienne et le niveau sonore continu équivalent quotidien sont différents paramètres acoustiques courants utilisés pour quantifier le son sous-marin (Robinson *et al.* 2014; Merchant *et al.* 2015).

Pennatules

Des exemples d'indicateurs potentiels pour la surveillance des coraux des eaux froides dans des AMCEZ canadiennes ont été énumérés et décrits dans le cadre d'un processus du SCAS en 2020 (DFO 2021). Les indicateurs ont été décrits et évalués en fonction des étapes énumérées ci-dessus par le MPO (2013), mais seules les étapes 1 à 4 ont été évaluées dans ce processus du SCAS. La liste définitive comprenait 15 indicateurs d'état appropriés, ainsi que des indicateurs d'avantages indirects pour la conservation de la biodiversité et des indicateurs de stress (abondance numérique, biomasse, répartition, indices de la diversité, structure selon la taille, rapport vivant : mort et état, pourcentage de coraux présentant des zoanthidés, superficie et densité des parcelles, isolement/proximité des parcelles, connectivité des parcelles et indice de contagion). Poursuivant ce processus, la sélection des indicateurs ici prend en compte les étapes 5 à 6 du cadre de 2013 (DFO 2013) : évaluer la redondance et convenir de l'ensemble définitif d'indicateurs. Les indicateurs suivants sont probablement les plus utiles pour la surveillance des pennatules, si des analyses plus poussées indiquent qu'ils peuvent, dans la pratique, être collectés régulièrement et avec une puissance statistique suffisante.

- **Abondance** : Morris et ses collaborateurs (2024) ont effectué une analyse préliminaire de la puissance statistique des données sur l'abondance des pennatules tirées d'images du fond marin dans la ZPM du chenal Laurentien. Cette analyse indique que des données similaires pourraient être utilisées pour détecter un déclin de l'abondance des pennatules à une puissance statistique relativement élevée et à une taille d'échantillon réaliste. Cependant, comme l'ont décrit ces auteurs, on ignore pour l'instant le seuil à partir duquel un déclin de l'abondance des pennatules pourrait causer des dommages irréversibles à leurs populations, tout comme la question de savoir si le déclin modélisé dans ces analyses est biologiquement pertinent. Nous pensons que la collecte de données sur l'abondance des pennatules devrait utiliser l'imagerie du fond marin comme source principale.
- **Biomasse** : le moyen le plus réaliste d'obtenir des données sur la biomasse des pennatules consiste à peser des échantillons physiques, ce qui ne permet généralement pas d'utiliser les images du fond marin à cette fin. Dans la pratique, les données sur la biomasse des pennatules ont été obtenues dans le chenal Laurentien dans le cadre des relevés de recherche au chalut du MPO pendant de nombreuses années. Cependant, aucune analyse de puissance n'a été effectuée sur la biomasse des pennatules provenant des relevés de recherche au chalut afin d'évaluer si elle pourrait être utilisée de manière fiable pour la surveillance si le chalutage scientifique se poursuit dans la ZPM aux niveaux actuels. De

plus, en raison de la faible capturabilité du chalut Campelen (Kenchington *et al.* 2011), la biomasse provenant des relevés menés avec ce chalut ne devrait pas être considérée comme le principal indicateur pour la surveillance des pennatules dans cette ZPM. Les données de ces relevés peuvent encore être utilisées pour déterminer les prises importantes et leur emplacement, fournir des échantillons pour d'autres analyses et contribuer à la surveillance de la ZPM, comme on le voit dans d'autres parties du présent document. Si on détecte des changements dans la biomasse des pennatules d'après les relevés au chalut au cours des prochaines années, une recherche ciblée portant sur ce paramètre pourrait être justifiée. Nous suggérons également des recherches futures pour estimer la biomasse à partir d'images, une méthode qui, bien que peu courante, pourrait être envisageable (De Clippele *et al.* 2021).

- Indices de la diversité : ils pourraient s'avérer inappropriés aux fins de surveillance pour détecter des changements importants dans la ZPM, en raison du nombre relativement faible de taxons de pennatules dans la ZPM, mais ils pourraient être instructifs pour évaluer l'état et les tendances. Il faudrait inclure des indices de la diversité dans les futures itérations d'analyses de puissance utilisant des données d'imagerie pour les évaluer. Nous pensons que la collecte de données sur la diversité des pennatules devrait utiliser l'imagerie du fond marin comme source principale.
- Structure selon la taille : il s'agit d'un indicateur complexe parce que les pennatules sont difficiles à mesurer à partir d'images et que nous n'avons pas évalué le biais de la structure selon la taille des pennatules pour la méthode fondée sur le chalut Campelen. On sait que les juvéniles ne sont souvent pas retenus par le chalut et que l'abondance des pennatules n'a pas été mesurée uniformément pendant les relevés de recherche au chalut du MPO. Néanmoins, la structure selon la taille constitue une variable cruciale pour évaluer le recrutement des pennatules dans la ZPM. Bien que les mesures précises soient effectivement difficiles, d'autres approches pour évaluer la taille, comme les catégories (p. ex. grand, moyen, petit) et le dénombrement des polypes (Chimienti *et al.* 2018), devraient être envisagées dans les futures itérations d'analyses de puissance à l'aide de données d'imagerie.

L'infestation par les copépodes endoparasites n'a pas encore été étudiée en tant qu'indicateur potentiel de changement dans la ZPM, mais elle mérite d'être considérée dans le cadre des objectifs de recherche liés à la ZPM (voir Baillon *et al.* 2014). Il faut aussi tenir compte du fait que, bien que certains de ces indicateurs soient dérivés du même ensemble de données, des analyses de puissance spécifiques seraient nécessaires pour chacun d'eux, car le nombre d'échantillons requis n'est pas nécessairement le même. Par exemple, le nombre d'échantillons requis pour détecter un changement dans l'abondance des pennatules pourrait être très différent du nombre requis pour détecter des changements dans leur diversité (c'est-à-dire les indices de la diversité). Rogers et ses collaborateurs (2008) ont constaté que le nombre d'échantillons requis pour observer un changement dans les paramètres de la mégafaune (p. ex. biomasse, abondance, indices de la diversité) était variable et dépendait de l'engin utilisé. La sélection définitive des indicateurs doit également tenir compte du temps de rotation entre la collecte, l'analyse et la présentation des données, ainsi que de la disponibilité de ressources humaines pour le faire. La mise en œuvre de techniques d'intelligence artificielle à utiliser avec l'annotation d'images peut aider à réduire considérablement le temps de traitement de la grande quantité de données d'imagerie qui devraient être collectées dans la ZPM. Néanmoins, comme pour d'autres composantes du programme de surveillance, la mise en œuvre complète des techniques d'intelligence artificielle dans ce contexte pourrait prendre des

années et, dans certains cas, représentera un compromis entre un temps de traitement moins long et une résolution taxonomique plus basse.

En plus des indicateurs énumérés ci-dessus, des indicateurs relatifs aux agents de stress et environnementaux ont également été suggérés pour la surveillance des coraux et des éponges au Canada (Kenchington *et al.* 2012; DFO 2021). Les indicateurs environnementaux mentionnés dans MPO (2021) sont la pêche commerciale, les activités pétrolières et gazières et la glace, qui ne seront pas examinés ici. Il n'y a actuellement aucun permis d'exploration pour des activités pétrolières et gazières près de la ZPM du chenal Laurentien, de sorte que les répercussions de ces activités ne sont pas préoccupantes dans l'immédiat (p. ex. transport des déchets de forage), bien que des déversements d'hydrocarbures puissent encore se produire dans la région. Les autres indicateurs liés aux agents de stress anthropiques comprennent les dépôts de sédiments, le moment, la durée et l'ampleur de la prolifération de phytoplancton (qui peut changer en raison des effets des changements climatiques; voir Kenchington *et al.* 2012), la présence de déchets sur les fonds marins et les activités liées aux câbles sous-marins (DFO 2021). Ces indicateurs ont été détaillés dans Neves *et al.* (en préparation)³ et ne seront pas décrits davantage ici. Cependant, ils seront pris en compte dans le plan de surveillance pour la recherche ciblée et la surveillance complémentaire. Bien que ces indicateurs soient énumérés ici dans le cadre des processus du SCAS concernant les coraux et les éponges et que certains puissent être plus axés sur les activités benthiques (p. ex. sédimentation et câbles sous-marins), ils pourraient également être pertinents pour d'autres espèces prioritaires et la biodiversité en général (voir le tableau 3). Les changements climatiques n'ont pas été spécifiquement détaillés ici, mais certains paramètres océanographiques (indicateurs environnementaux) peuvent être utilisés pour surveiller les agents de stress qu'ils provoquent. On pourrait étudier les variations de la teneur en carbonate des pennatules en tant qu'indicateur d'état potentiel lié à l'acidification des océans.

Aiguillat noir, raie à queue de velours et loup à tête large

La surveillance de l'aiguillat noir, du loup à tête large et de la raie à queue de velours par rapport aux objectifs de conservation les ciblant se fera principalement par la poursuite des relevés printaniers plurispécifiques existants du MPO, et au moyen des données enregistrées par les observateurs des pêches en mer et de la surveillance des débarquements des pêches. La collecte d'échantillons d'ADNe et les enregistrements vidéo obtenus par des caméras appâtées offrent des options pour obtenir de plus amples renseignements sur ces espèces (p. ex. la présence), bien que ces méthodes n'aient pas encore été testées pour ces taxons dans cette région. Les relevés plurispécifiques fournissent des données sur la répartition des espèces, la biomasse et l'abondance, la composition selon la longueur, le sexe et la maturité, et peuvent également permettre de recueillir d'autres échantillons (ADN, parasites, isotopes, contenus stomacaux). Les statistiques sur les pêches, comme celles recueillies par les observateurs en mer et à l'aide des outils existants de surveillance des débarquements (journaux de bord, vérification à quai), traitent directement du principal objectif de conservation, la réduction de la mortalité d'origine anthropique dans la ZPM du chenal Laurentien. La couverture annuelle par les observateurs en mer des pêches pertinentes dans l'Atlantique demeure principalement de 0 à 5 % (depuis 2010; à quelques exceptions près), et la surveillance des débarquements commerciaux des espèces ciblées ne fait pas état de données sur les prises accessoires. Ainsi, les prises accessoires dans les pêches commerciales, qui ne sont pas déclarées, représentent probablement la plus grande menace de mortalité anthropique pour les espèces prioritaires ciblées par les objectifs de conservation dans les zones adjacentes à la ZPM du chenal Laurentien.

Le déploiement de récepteurs acoustiques supplémentaires à l'intérieur et à l'extérieur des limites de la ZPM du chenal Laurentien peut faciliter la recherche sur la répartition saisonnière, les déplacements et les besoins en matière d'habitat des loups à tête large, des aiguillats noirs et des raies à queue de velours à différents stades biologiques portant une étiquette acoustique. Auparavant, on surveillait les déplacements et le choix de l'habitat du loup de mer à l'aide d'étiquettes acoustiques internes (Simpson *et al.* 2015), une étude qui pourrait être répétée dans la ZPM du chenal Laurentien et autour de celle-ci. De plus, des étiquettes acoustiques externes peuvent être installées sur des aiguillats noirs et des raies à queue de velours pour tirer parti de ce réseau acoustique. On peut aussi surveiller des raies à queue de velours à l'aide d'étiquettes satellites d'archivage détachables (Knotek *et al.* 2020).

Pour les trois espèces, ces études par marquage pourraient également examiner la mortalité après la remise à l'eau; d'autant plus qu'une partie de ces espèces occupent des eaux plus profondes et peuvent subir des stress physiologiques (et potentiellement mortels) accrus lorsqu'elles sont rapidement remontées à la surface de l'océan ou à bord de navires par les engins de pêche. Cela est particulièrement important pour le loup à tête large, car le principal outil de conservation indiqué dans son programme de rétablissement est la remise à l'eau immédiate de prises accessoires en leur causant le moins de dommages possible pendant les opérations de pêche commerciale.

En plus des données fournies par les relevés printaniers plurispécifiques du MPO, les observateurs en mer canadiens sont la seule source de données précises sur les prises et les rejets de loups de mer et de raies dans les pêches commerciales. À la demande du MPO, les observateurs en mer mesurent également la longueur et le poids et vérifient le sexe des individus des espèces ciblées ou des prises accessoires, et prélèvent des échantillons normalisés non létaux (p. ex. entaille de nageoire pour l'ADN) et létaux (otolithes pour la détermination de l'âge; contenu stomacal) pour des analyses scientifiques ultérieures.

Maraîche

Le principal relevé utilisé pour surveiller l'état de la population de maraîche de l'Atlantique est le relevé commercial des grands requins pélagiques à la palangre. Ce relevé indépendant de la pêche fournit des données pour les séries chronologiques avec des estimations de la répartition, de l'abondance relative, des tendances et de la composition selon le stade biologique, la taille et le sexe. Le marquage en cours de maraîches (à l'aide d'étiquettes acoustiques passives externes ou d'étiquettes satellites), effectué par le MPO dans les eaux de la région de Terre-Neuve-et-Labrador, fournira des données sur l'espèce et ses déplacements.

Les enregistrements de toutes les rencontres de requins (létales ou non) sont également importants pour la surveillance de la maraîche, mais les méthodes actuelles liées aux pêches pour recueillir cette information sont limitées, encore plus en raison du manque de pêche commerciale et récréative dans la ZPM. Des améliorations pourraient être apportées pour mieux utiliser certaines de ces sources de données de la surveillance complémentaire. Par exemple, on utilise actuellement les journaux de bord pour surveiller uniquement le grand requin blanc en voie de disparition, mais il conviendrait d'inclure la maraîche (et idéalement tous les autres grands requins pélagiques de l'Atlantique), ainsi que la documentation photographique. En outre, comme les pêcheurs de l'Atlantique identifient souvent mal les grandes espèces de requins, on pourrait distribuer un guide de poche imperméable d'identification des espèces de requins à tous les titulaires de permis commerciaux/pêcheurs lors de la demande ou du renouvellement de leurs permis. Idéalement, la déclaration de toutes les prises accessoires de requins de l'Atlantique devrait être une condition de permis au

Canada. L'objectif de conservation de la maraîche est de la protéger contre la mortalité d'origine anthropique (p. ex. les prises accessoires dans la pêche commerciale); ces rencontres aideront à surveiller si une pêche commerciale a lieu dans la ZPM du chenal Laurentien et fourniront également des renseignements supplémentaires sur l'espèce dans les zones adjacentes à la ZPM.

Tortue luth

L'aire de répartition de la tortue luth s'étend sur une vaste zone de l'Atlantique Nord-Ouest. Cependant, sa présence est plus probable dans certains espaces, comme au large de la côte sud de Terre-Neuve, d'après les données d'un relevé aérien systématique (2007 Trans North Atlantic Sightings Survey [TNASS]; Lawson and Gosselin 2009). La densité de l'espèce est la plus forte près de la côte sud de Terre-Neuve, dans les eaux moins profondes, mais certaines parties de la ZPM du chenal Laurentien comptent également des densités élevées. Ce profil de répartition général est confirmé par un modèle d'habitat (carte de la densité du noyau) de l'espèce (Mosnier *et al.* 2019).

L'information sur les raisons de l'utilisation de l'habitat par la tortue luth dans la ZPM du chenal Laurentien est limitée. On sait que cette espèce de tortue se nourrit surtout de scyphozoaires (en particulier des genres *Cyanea* et *Aurelia* dans les eaux de Terre-Neuve), mais les estimations de la biomasse et de la répartition de ces proies font défaut. En près de deux décennies d'efforts de relevés aériens, il est clair que le nombre et l'étendue spatiale des essaims de scyphozoaires dans les eaux canadiennes de l'Atlantique augmentent (J. Lawson, région de Terre-Neuve-et-Labrador du MPO, comm. pers.); bien qu'en tant que mesure de la biomasse, de telles observations soient spéculatives et basées sur des enregistrements visuels peu précis – par exemple, nous ne connaissons pas la répartition verticale de la plupart des essaims vus des airs. Parallèlement, l'abondance régionale du poisson-lune (*Mola mola*), un poisson qui se nourrit aussi de scyphozoaires, a augmenté ces dernières années. Elle pourrait être utilisée comme indicateur de la présence de scyphozoaires comme proies tant pour le poisson-lune que pour la tortue luth.

La déclaration des interactions (létales ou non) entre des tortues luths et des engins de pêche ou des navires est très importante pour la surveillance de cette espèce. Les journaux de bord des pêches devraient être étendus aux captures de tortues non débarquées (puisque les tortues luths sont rarement remontées à bord des bateaux de pêche), ainsi que la documentation photographique des tortues de mer capturées dans les engins. Comme pour la maraîche, la déclaration de toutes les prises accessoires de tortues luths devrait être une condition de permis. Bien que la plupart des captures de tortues luths se soient produites dans les zones côtières (principalement méridionales) de Terre-Neuve, plusieurs rapports indiquent que ces tortues ont été capturées dans des filets au large de la côte sud du Labrador. Plusieurs empêtrlements mortels de tortues luths dans des engins de pêche sont signalés chaque année autour de Terre-Neuve, mais il s'agit d'une sous-estimation du nombre réel; environ un tiers des tortues luths empêtrées dans des engins meurent (Hamelin *et al.* 2017). Les tortues luths risquent davantage de s'empêtrer dans les lignes verticales d'engins fixes (comme les casiers à buccins ou à crabes) ou dans des filets (comme les filets maillants utilisés pour la pêche du poisson de fond ou d'espèces-appâts).

Océanographie

Le climat océanique de l'Atlantique Nord-Ouest change sur des échelles de temps interannuelles et décennales (Cyr and Galbraith 2021). Ces changements climatiques s'accompagnent de fluctuations des environnements physiques (p. ex. température, salinité,

courants) et biogéochimiques (p. ex. concentrations en oxygène et en éléments nutritifs, pH, chlorophylle *a*, composition et abondance du plancton), avec des effets potentiels plus importants sur l'écosystème. Afin de démêler l'état de l'écosystème de la ZPM et les changements associés à d'autres facteurs tels que les changements climatiques, il faut surveiller de près les indicateurs physiques et biogéochimiques. Des indicateurs environnementaux (p. ex. paramètres liés à l'habitat, température, concentration de chlorophylle *a* et abondance du zooplancton) ont également été proposés dans MPO (2021) dans le cadre national de surveillance des coraux et des éponges.

Il est recommandé de poursuivre la surveillance existante des indicateurs océanographiques régulièrement recueillis dans le cadre du PMZA ou avec le déploiement d'amarrages comme décrit ci-dessus. En plus de ces indicateurs existants, d'autres variables telles que la concentration en surface de la chlorophylle *a* (estimée à l'aide de l'observation par satellite de la couleur de l'océan), le flux d'éléments nutritifs vers les habitats benthiques à l'aide de pièges à sédiments, la surveillance du paysage sonore et la surveillance acoustique des pêches (à partir des amarrages) pourraient également être prises en compte.

Plan d'étude

Pour les programmes de surveillance à long terme, il est essentiel de mettre en place un plan d'étude solide et bien pensé. Les orientations pour l'élaboration de plans d'étude efficaces pour la surveillance ont été bien couvertes ailleurs (Quinn and Keough 2002; Parks Canada Agency 2007) et ne sont qu'abordées ici. Le document MPO (2021) comprend également une section détaillée sur les méthodologies et le plan pour la surveillance des AMCEZ abritant des coraux et des éponges, qui peut aussi servir de référence. Les plans d'étude devraient dicter où et quand (heure de la journée, saison, fréquence) l'échantillonnage est effectué et refléter des questions bien définies du programme de surveillance et des exigences en matière de rapports. Des défauts dans le plan d'étude peuvent entraîner des conclusions erronées, une perte de confiance dans le programme, des corrections coûteuses, des interruptions des séries chronologiques ou une mauvaise concordance avec les objectifs du programme.

Dans le cas des ZPM, les questions de surveillance devraient naturellement suivre les objectifs de conservation et le calendrier des relevés devrait être planifié de manière à compléter les calendriers de déclaration (qui n'ont pas encore été définis). Pour la ZPM du chenal Laurentien, une question de surveillance pourrait être la suivante : les densités de l'aiguillat noir se maintiennent-elles à l'intérieur des limites de la ZPM? Un plan d'étude répondant à cette question déterminera les lieux et les heures d'échantillonnage qui réduisent les biais dans la zone en question. Les limites opérationnelles restreignent souvent l'échantillonnage (profondeurs d'échantillonnage, substrats, saisons, taille de la ZPM, etc.), et en conséquence la représentation des données et la généralité des conclusions. Dans d'autres circonstances, les limites liées aux ressources peuvent nous obliger à concentrer les efforts sur un sous-ensemble important de la ZPM (p. ex. les habitats principaux) afin d'assurer un échantillonnage suffisant pour détecter des changements. Ces restrictions intentionnelles de la base d'échantillonnage (l'étendue temporelle et spatiale de la zone échantillonnée) sont souvent nécessaires et peuvent être prises en compte si les limites sont clairement comprises dans le processus de conception et articulées dans la présentation des résultats. Les problèmes plus insidieux liés au plan d'étude sont ceux qui entraînent des biais imprévus ou ceux qui influencent l'indépendance des données. Le premier problème peut être résolu par des techniques de sélection de sites d'échantillonnage non biaisées telles que l'échantillonnage aléatoire, systématique ou à stratification aléatoire. L'inclusion forcée de sites d'échantillonnage historiques risque de ruiner les tentatives d'éliminer le biais dans l'échantillonnage, en particulier dans les cas où les

critères de sélection de ces données sont inconnus ou ne correspondent pas aux objectifs du programme (p. ex. un site choisi parce que c'est un habitat particulièrement bon pour un indicateur ou une espèce prioritaire pourrait biaiser les analyses résultantes et montrer à tort l'état de la ZPM sous un jour plus positif). Le dernier problème, l'indépendance entre les échantillons, est une hypothèse courante de nombreuses analyses statistiques. Par exemple, les échantillons prélevés à une proximité spatiale et temporelle ont plus de chances d'être semblables que ceux qui sont moins proches (autocorrélation spatiale et temporelle). Les ensembles de données présentant une corrélation élevée peuvent conduire à une puissance statistique faussement gonflée et provoquer des erreurs de type I (détection de changements statistiques qui ne sont pas réels) s'ils ne sont pas corrigés. Dans la pratique, la corrélation est de nature répandue et des méthodes statistiques plus avancées peuvent expliquer et corriger ces problèmes pendant la phase d'analyse, mais au détriment de la simplicité statistique. De plus, le fait de ne pas comprendre les profils de corrélation peut conduire à des plans d'étude inefficaces. Idéalement, on utilise un sous-ensemble de données pour comprendre la corrélation à laquelle il faut s'attendre entre les échelles d'échantillonnage et pour optimiser les stratégies d'échantillonnage de manière à minimiser l'échantillonnage redondant.

Un dernier aspect important du plan d'étude est l'établissement d'un programme doté d'une puissance statistique suffisante pour détecter des changements. L'analyse de puissance est un outil statistique permettant d'évaluer et de comparer les approches de conception, d'évaluer la faisabilité du programme et d'optimiser l'intensité de l'échantillonnage pour atteindre les objectifs du projet. La puissance statistique est influencée par des facteurs sous le contrôle (p. ex. l'ampleur de l'effet détectable souhaité, la taille de l'échantillon et les taux d'erreur de type I acceptés, le test statistique utilisé) et hors du contrôle (variabilité inhérente de l'indicateur d'intérêt) des concepteurs du programme de surveillance. Des tailles d'effets détectables plus grossières, des échantillons plus grands et une plus grande tolérance aux erreurs de type I (les faux positifs) peuvent tous améliorer la puissance statistique. En revanche, une variance intrinsèque plus élevée de l'indicateur a une influence négative sur la puissance. Souvent, des variables supplémentaires, si elles sont incluses dans les modèles utilisés pour détecter les changements, peuvent expliquer une certaine variation et améliorer la puissance statistique. En outre, les tests statistiques et les plans d'étude connexes peuvent également différer dans leur efficacité à détecter le changement (Morris *et al.* 2018). Comme pour la compréhension de la structure de corrélation, les données existantes sont précieuses pour guider les analyses de puissance. Par exemple, on a utilisé les données existantes des relevés de recherche au chalut pour alimenter une analyse de puissance réalisée par Morris et ses collaborateurs (2024) et décrite plus loin.

Résultats de l'analyse de puissance

L'un des objectifs de ce processus du SCAS était d'étudier la capacité d'évaluer les paramètres relatifs à la conservation des espèces prioritaires dans la ZPM à l'aide des données existantes provenant des relevés de recherche au chalut du MPO et des données d'imagerie du fond marin. La prévision et la mesure des changements résultant de l'établissement de ZPM ont posé un défi aux praticiens, en partie parce que les écosystèmes sont complexes et peuvent changer de manière imprévue, mais aussi en raison de facteurs du plan des ZPM (limites, objectifs de conservation, programmes de surveillance) qui laissent peu de chance d'atteindre les objectifs énoncés. Morris et ses collaborateurs (2024) ont évalué :

1. s'il était réaliste de s'attendre à des améliorations dans la ZPM pour quatre des espèces prioritaires mentionnées dans les objectifs de conservation;

2. si les relevés scientifiques existants seraient capables de détecter des changements dans ces taxons s'ils se produisaient.

Trois espèces prioritaires ciblées par des objectifs de conservation ont été échantillonnées dans des relevés au chalut du MPO (aiguillat noir, raie à queue de velours et loup à tête large), et les taxons de pennatules, qui sont ciblés par un objectif de conservation, ont été dénombrés à l'aide de l'imagerie du fond marin. Les simulations indiquent que les relevés au chalut ont très peu de chances de détecter un changement dans l'abondance des trois espèces de poissons examinées, mais que les données d'imagerie du fond marin ont une puissance statistique plus élevée pour les taxons de pennatules. Cette analyse met en évidence les inefficacités de l'utilisation des données des relevés de recherche au chalut pour détecter les changements chez trois espèces prioritaires ciblées par des objectifs de conservation de la ZPM du chenal Laurentien. Dans de nombreux cas, même le quadruplement de l'intensité d'échantillonnage existante ne fournirait pas suffisamment de puissance pour détecter des baisses de 50 % de la capture par unité d'effort (CPUE).

L'analyse de puissance utilisant ainsi des simulations peut nous renseigner sur la probabilité de déterminer si les objectifs de conservation de la ZPM sont efficaces. Toutefois, comme la ZPM a été établie dans une zone où la pression exercée par la pêche est minimale, les nouvelles restrictions de la pêche ne produiront pas d'améliorations mesurables pour les objectifs de conservation. Bien qu'il soit peu probable que des changements positifs dans les objectifs de conservation existants soient induits par la ZPM ou qu'ils soient détectés s'ils se sont produits, la ZPM pourrait offrir des avantages pour la conservation si les objectifs de conservation et les approches de surveillance étaient réalignés pour correspondre aux caractéristiques uniques, avec des indicateurs mesurables, de cette zone représentée par des habitats benthiques sensibles en grande partie intacts. Ces recommandations offrent aux concepteurs des programmes de surveillance la possibilité de passer à d'autres approches plus efficaces ou à des objectifs de conservation mieux harmonisés avec les programmes de surveillance et qui peuvent générer des résultats utilisables pour guider la prise de décisions. Pour obtenir de plus amples renseignements sur cette analyse de puissance, voir Morris *et al.* (2024).

Sources d'incertitude

Taille et emplacement de la ZPM

La recherche a montré que les grandes ZPM sont avantageuses, car elles couvrent davantage d'habitats uniques et abritent de nombreuses espèces, offrant un plus grand potentiel de protéger les écosystèmes (Sheppard *et al.* 2012). Bien qu'une grande ZPM permette de mettre l'accent sur les processus écologiques à grande échelle, elle pose également des problèmes pour la surveillance (Stanley *et al.* 2015). La ZPM du chenal Laurentien est une ZPM hauturière relativement vaste qui pose des défis pour la création de programmes de surveillance. Le coût élevé de la mobilisation des programmes d'échantillonnage dans les zones hauturières peut être prohibitif et limiter l'échelle et les types de surveillance possibles (Lewis *et al.* 2016). De plus, l'accès actuellement limité aux navires et au temps-navire aux fins de la surveillance scientifique au Canada est un problème non négligeable. De multiples relevés effectués par le MPO dépendent des navires de la Garde côtière canadienne, mais il sera important d'envisager l'accès à d'autres navires convenables. L'application de cette approche de surveillance à toutes les ZPM et à tous les refuges marins de la région de Terre-Neuve-et-Labrador offrira des occasions de mettre à l'essai les méthodes et les stratégies de relevé dans d'autres zones, ainsi que de renforcer davantage les capacités pour être en mesure de les mettre en œuvre plus efficacement dans la ZPM du chenal Laurentien. Une vaste coordination (entre les régions

du MPO et à l'intérieur de celles-ci, y compris avec des partenaires externes) et des discussions sur l'établissement des priorités des sites d'échantillonnage ou des méthodes de relevé seront essentielles dans la planification de ces relevés.

Sites de référence

Avec seulement un effort de pêche historique minimal dans la zone sélectionnée pour la protection, les améliorations des objectifs de conservation résultant de l'élimination des activités de pêche dans la ZPM du chenal Laurentien devraient être limitées. Plutôt que de se concentrer sur l'amélioration de la ZPM par rapport aux sites de référence extérieurs, une approche plus appropriée/réaliste serait d'évaluer l'état et les tendances de la biodiversité dans la ZPM. Dans ce scénario, on pourrait allouer plus de ressources à la mesure des conditions dans la ZPM, en utilisant les données de la surveillance complémentaire provenant de l'extérieur des limites de la ZPM pour fournir un contexte régional (à plus grande échelle) à l'interprétation du changement à l'intérieur. Par exemple, les données à l'échelle de la division de l'OPANO (tirées des relevés de recherche) ou des journaux de bord des pêches aideraient les scientifiques à comprendre si les déclins mesurés potentiels des espèces prioritaires des objectifs de conservation observées dans la ZPM sont le résultat de problèmes locaux ou d'agents de stress à plus grande échelle (p. ex. baisses généralisées de la productivité attribuables aux changements climatiques). L'analyse de ces renseignements ne peut être déclenchée qu'à la suite de déclins mesurés dans la ZPM du chenal Laurentien, à condition qu'il existe des données de référence appropriées. Par conséquent, comme on le voit dans le présent document, bien que nous recommandions la sélection d'un site de surveillance pour interpréter les données de surveillance de certains objectifs de conservation, nous ne préconisons pas l'utilisation de ces sites pour évaluer l'efficacité de la ZPM dans un cadre officiel de vérification des hypothèses.

Production de rapports

Jusqu'à présent, peu de directives ont été fournies sur les exigences en matière de rapports ou les délais de production de rapports pour la ZPM du chenal Laurentien. Il est recommandé d'élaborer des rapports annuels normalisés qui comprennent de l'information sur les relevés et les données recueillies chaque exercice. Le groupe de travail sur la surveillance pourrait utiliser des modèles de rapport reproductibles (p. ex. fichiers Markdown en R) et introduire des mises à jour dans les modèles afin de maintenir un format de rapport uniforme. La configuration de fichiers Markdown en R pour les différents groupes travaillant pour le programme de surveillance nécessitera certes une coordination et un investissement en temps, mais elle facilitera grandement la production de rapports à long terme. Un soutien spécifique à la gestion des bases de données et à l'automatisation de l'entrée des sources de données dans ces rapports reproductibles sera également essentiel. Le contenu précis des rapports sera basé sur les indicateurs décrits ici, mais les analyses réelles à effectuer dépendront des données accessibles. Avec suffisamment de données, on pourra peut-être produire un rapport plus approfondi après plusieurs années (p. ex. cinq ans) qui viserait à évaluer si l'approche de surveillance actuelle fournit ou non des données précieuses sur l'état et les tendances des espèces prioritaires et de la biodiversité dans la zone.

Il est recommandé d'organiser, après les cinq premières années de cette approche de surveillance, un atelier pour donner aux scientifiques et aux gestionnaires un aperçu des leçons retenues, en soulignant les réussites et les défis de la surveillance dans la ZPM du chenal Laurentien. Ce serait aussi la tribune idéale pour fournir des avis et des commentaires en vue de la gestion adaptative de la ZPM.

Surveillance à long terme

La surveillance exige un engagement à long terme à l'égard de la collecte de données (Noble-James *et al.* 2018). La continuité de la collecte de données à l'avenir est un facteur important. Idéalement, une fois que le programme sera lancé, il faudrait déployer un effort uniforme pour maintenir les activités de surveillance de base. Il peut être nécessaire d'ajuster la fréquence des activités de base, telle qu'elle est décrite ci-dessus, en fonction des ressources disponibles chaque année (ressources financières et humaines). Toutefois, le manque d'uniformité aura une incidence négative sur le programme et une planification minutieuse devrait tenir compte des limites prévues de ces ressources, sans compromettre la qualité scientifique. Le Ministère continuera également de s'efforcer autant que possible de recueillir de façon opportuniste des échantillons et des données à l'aide d'autres plateformes de recherche et en collaborant avec des universitaires, des organisations non gouvernementales et des citoyens scientifiques.

Les défis associés aux changements climatiques sont un autre facteur pour beaucoup de programmes à long terme. Par exemple, notre compréhension actuelle de l'écosystème pourrait ne plus être valide à l'avenir. Les objectifs de conservation créés au cours du processus d'établissement d'une ZPM, qui peut être long, peuvent devenir désuets si la répartition des espèces ciblées se déplace à l'extérieur des limites de la ZPM. De même, d'autres espèces importantes pourraient s'installer dans la zone et bénéficier des mesures de protection de la ZPM. Nous pouvons prévoir des agents de stress futurs en utilisant les prévisions climatiques (p. ex. faible concentration en oxygène, déplacements d'espèces); cependant, l'élaboration d'un programme de surveillance de manière à tenir compte du remplacement d'espèces et à fournir une certaine valeur à ce remplacement (p. ex. les mesures de la biodiversité) est peut-être la meilleure approche. Le maintien d'une approche de surveillance à long terme qui couvre plusieurs aires marines protégées dans la région facilitera également l'évaluation des changements à des échelles plus grandes que la seule ZPM.

Puissance statistique et plan expérimental

Pour nous assurer d'avoir un programme de surveillance scientifiquement solide, il est recommandé d'envisager diverses méthodes pour augmenter la puissance statistique et améliorer le plan expérimental. Quinn et Keough (2002) consacrent un chapitre entier de leur livre au plan expérimental et nous soulignons certains de leurs points dans cette section. Les considérations concernant la réplication, l'indépendance et les moyens de réduire la variance inexpliquée sont essentielles, et l'utilisation d'analyses de puissance peut nous convaincre davantage qu'un effet sera détecté, si un tel effet existe. L'analyse de puissance a déjà été mise en évidence dans d'autres parties du présent document et fait l'objet d'une étude de cas dans le chenal Laurentien réalisée par Morris et ses collaborateurs (2024). La puissance peut être améliorée au prix de l'augmentation des erreurs de type 1 (détection de changements qui n'existent pas), qui est une approche courante pour la surveillance environnementale et les évaluations d'impact (Quinn and Keough 2002). De plus, le fait de limiter les tests statistiques à la détection de déclin ou d'améliorations, mais pas des deux (test unilatéral) peut également améliorer la puissance statistique. Enfin, l'inclusion de covariables peut réduire la variance inexpliquée et avoir un effet positif sur la puissance.

L'échantillonnage au même endroit (dans la mesure du possible) peut réduire les coûts sur le terrain et aider à tirer parti d'autres ensembles de données. Par exemple, les échantillons d'ADNe prélevés au même endroit que celui où le profileur de vision sous-marine est abaissé peuvent nous aider à comprendre la composition taxonomique à petite échelle de la communauté planctonique quantifiée par le profileur de vision sous-marine. De même, les

données sur l'ADNe peuvent être vérifiées sur le terrain par des observations provenant de caméras appâtées et lestées ainsi que par l'échantillonnage de l'endofaune. En résumé, il existe de multiples façons d'accroître la puissance statistique et d'améliorer le plan expérimental, et des données préliminaires sont souvent nécessaires pour pleinement les évaluer.

Caractère saisonnier

Les conditions environnementales et les communautés fauniques, en particulier les taxons migrateurs, notamment les espèces prioritaires mentionnées dans les objectifs de conservation comme la tortue luth et la maraîche, affichent un caractère saisonnier prononcé dans les écosystèmes des régions tempérées comme le chenal Laurentien. Comme il est impossible de suivre tous les indicateurs pendant toutes les saisons, nous recommandons de limiter les activités de surveillance de base à la fin de l'été, lorsque la plupart des espèces prioritaires mentionnées dans les objectifs de conservation sont présentes dans la ZPM du chenal Laurentien et que les conditions de l'état de la mer se prêtent le mieux à l'échantillonnage. Cela optimisera l'utilisation efficace du temps-navire et évitera d'ajouter des facteurs de confusion liés à la saison aux ensembles de données de surveillance. Ces données seront complétées, dans la mesure du possible, par une collecte autonome de données tout au long de l'année (télé-détection, amarrages, etc.). Les sources de données provenant des programmes de surveillance externes établis (la surveillance complémentaire) permettront de maintenir le calendrier saisonnier actuel. Certaines considérations particulières sur la saisonnalité ont été fournies dans Warren *et al.* (en préparation)¹ pour les pennatules (épifaune) et d'autres habitats benthiques.

Gestion adaptative

Des incertitudes et des changements existent dans tous les écosystèmes marins. La gestion adaptative est essentielle pour ajuster les stratégies de gestion progressivement en fonction des nouvelles informations (Gouvernement du Canada 2019). Le programme de surveillance de la ZPM du chenal Laurentien fournira des données utiles pour la gestion adaptative de la ZPM, le déclenchement de mesures de gestion ou la recherche ciblée lorsque les résultats de gestion ne sont pas atteints. De plus, il pourrait être nécessaire de modifier le plan de surveillance si de nouvelles menaces surviennent. À l'avenir, le groupe de travail sur la surveillance devrait envisager d'établir ces seuils ou points critiques pour les indicateurs de surveillance afin de clarifier le moment où des mesures de gestion adaptative pourraient être nécessaires. Un dialogue continu avec la gestion non seulement sur l'état des espèces prioritaires des objectifs de conservation, mais aussi sur les renseignements scientifiques qui pourraient être nécessaires pour guider les mesures de gestion adaptative potentielles (p. ex. ajustements des priorités de surveillance ou modification de l'intention réglementaire) sera également essentiel à la réussite du programme de surveillance.

CONCLUSION

L'approche de surveillance scientifique proposée ici complète stratégiquement les programmes régionaux existants (surveillance complémentaire) par une surveillance rentable spécifique de la ZPM (surveillance de base et recherche ciblée) et servira de base pour faciliter la surveillance utile et scientifiquement solide de la ZPM du chenal Laurentien. Nous croyons qu'elle peut également servir de modèle pour d'autres aires marines de conservation de Terre-Neuve-et-Labrador, offrant la possibilité d'évaluations intégrées des aires de conservation régionales pour des indicateurs courants. De nombreuses inconnues demeurent et ce

programme devra être réévalué et perfectionné (en particulier après des essais sur le terrain) afin de pouvoir évaluer les objectifs de la ZPM à long terme.

LISTE DES PARTICIPANTS À LA RÉUNION

Nom	Organisme d'appartenance
Nadine Wells	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Neil Ollerhead	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Margaret Warren	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
David Bélanger	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Nadine Templeman	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Jennifer Janes	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Megan Lynch	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Barbara Neves	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Cassandra Konecny	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Corey Morris	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Khanh Nguyen	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Jack Lawson	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Christina Pretty	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Eugene Lee	MPO, SCAS, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Hilary Rockwood	MPO, SCAS, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Dale Richards	MPO, SCAS, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Emilie Novaczek	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Jessica Desforges	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Vonda Hayes	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Chelsea O'Driscoll	MPO, Gestion des ressources, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Mark Simpson	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Pierre Pepin	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Robert Deering	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Carolyn Miri	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador

**Détermination des sites de référence et d'une
approche de surveillance scientifique pour la
ZPM du chenal Laurentien**

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

Nom	Organisme d'appartenance
Bob Gregory	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Amanda Park	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Cynthia Mercer	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Brooklin Caines	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Andrew Cuff	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Mary Clinton	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Amanda Power	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Holly Rogers	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Elizabeth Edmonson	MPO, Planification et conservation marines, région de la capitale nationale
Pam Allen	MPO, Planification et conservation marines, région de la capitale nationale
Ryan Stanley	MPO, région des Maritimes
Peter Lawton	MPO, région des Maritimes
Curtis Dinn	MPO, région du Golfe
Geneviève Faille	MPO, région du Québec
Catherine Schram	MPO, région des Maritimes
Christine Stortini	MPO, Planification et conservation marines, région des Maritimes
Beatrice Proudfoot	MPO, région du Pacifique
Emma Corbert	Ministère des Pêches et des Ressources terrestres, Terre-Neuve-et-Labrador
Kris Vascotto	Conseil du poisson de fond de l'Atlantique
Abe Soldberg	Fish, Food and Allied Workers Union
Evan Edinger	Université Memorial, Biologie/Géographie
Paul Snelgrove	Ocean Sciences Centre, Université Memorial de Terre-Neuve
Jonathan Fisher	Marine Institute, Université Memorial
Marta Miatta	Université Memorial
Marion Boulard	Université Memorial
Sarah de Mendonca	Université Memorial

Nom	Organisme d'appartenance
Tasha Harrold	Marine Institute, Université Memorial
Katleen Robert	Marine Institute, Université Memorial
Kiley Best	Marine Institute, Université Memorial
Myriam Lacharité	Université de Tasmanie
Dan Kehler	Agence Parcs Canada
Tanya Edwards	Société pour la nature et les parcs du Canada
Susanna Fuller	Océans Nord

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de l'examen régional par les pairs qui s'est tenue du 22 au 24 juin 2022 sur la détermination des sites de référence et d'une approche de surveillance pour la zone de protection marine du chenal Laurentien. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques du MPO](#).

Baillon, S., Hamel, J.-F., and Mercier, A. 2014. [Diversity, Distribution and Nature of Faunal Associations With Deep-Sea Pennatulacean Corals in the Northwest Atlantic](#). PLoS One 9(11): e111519.

Bangley, C.W., Curtis, T.H., Secor, D.H., Latour, R.J., and Ogburn, M.B. 2020. [Identifying Important Juvenile Dusky Shark Habitat in the Northwest Atlantic Ocean Using Acoustic Telemetry and Spatial Modeling](#). Mar. Coast. Fish. 12(5): 348–363.

Chimienti, G., Angeletti, L., Rizzo, L., Tursi, A., and Mastrototaro, F. 2018. [ROV vs trawling approaches in the study of benthic communities: The case of Pennatula rubra \(Cnidaria: Pennatulacea\)](#). J. Mar. Biol. Assoc. UK. 98(8): 1859–1869.

Clarke, K.R., Gorley, R.N., Somerfield, P.J., and Warwick, R.M. 2014. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. 3rd edition. PRIMER-E: Plymouth.

Cyr, F., and Galbraith, P.S. 2021. [A climate index for the Newfoundland and Labrador shelf](#). Earth Syst. Sci. Data 13(5): 1807–1828.

Cyr, F., Snook, S., Bishop, C., Galbraith, P.S., Chen, N. et Han, G. 2022. [Conditions océanographiques physiques sur le plateau continental de Terre-Neuve-et-Labrador en 2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/040. iv + 51 p

De Clippele, L.H., Rovelli, L., Ramiro-Sánchez, B., Kazanidis, G., Vad, J., Turner, S., Glud, R.N., and Roberts, J.M. 2021. [Mapping cold-water coral biomass: an approach to derive ecosystem functions](#). Coral Reefs. 40: 215–231.

De Juan, S., Thrush, S.F., and Demestre, M. 2007. [Functional changes as indicators of trawling disturbance on a benthic community located in a fishing ground \(NW Mediterranean Sea\)](#). Mar. Ecol. Prog. Ser. 334: 117–129.

- DFO. 2011. [Biophysical Overview of the Laurentian Channel Area of Interest \(AOI\)](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2010/076.
- DFO. 2013. [Guidance on the Formulation of Conservation Objectives and Identification of Indicators, Monitoring Protocols and Strategies for Bioregional Marine Protected Area Networks](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2012/081.
- DFO. 2015. [Monitoring Indicators, Protocols and Strategies for the Proposed Laurentian Channel Marine Protected Area \(MPA\)](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2014/049.
- Fraschetti, S., Terlizzi, A., Micheli, F., Benedetti-Cecchi, L., and Boero, F. 2002. [Marine Protected Areas in the Mediterranean Sea: Objectives, Effectiveness and Monitoring](#). Mar. Ecol. 23(s1): 190–200.
- Government of Canada. 2019. [Laurentian Channel Marine Protected Area Regulations: SOR/2019-105](#). Canada Gaz. Part II. 153(9).
- Halfyard, E.A., Webber, D., Del Papa, J., Leadley, T., Kessel, S.T., Colborne, S.F., and Fisk, A.T. 2017. [Evaluation of an acoustic telemetry transmitter designed to identify predation events](#). Methods Ecol. Evol. 8(9): 1063–1071.
- Hamelin, K.M., James, M.C., Ledwell, W., Huntington, J., and Martin, K. 2017. [Incidental capture of leatherback sea turtles in fixed fishing gear off Atlantic Canada](#). Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst. 27(3): 631–642.
- Hannah, L., Thornborough, K., Murray, C.C., Nelson, J., Locke, A., Mortimor, J., Lawson, J. 2020. [Modèles conceptuels de séquences des effets pour la navigation maritime commerciale au Canada : effets biologiques et écologiques](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2020/077. ix + 212 p.
- Jägerbrand, A.K., Brutemark, A., Barthel Svedén, J., and Gren, I.-M. 2019. [A review on the environmental impacts of shipping on aquatic and nearshore ecosystems](#). Sci. Total Environ. 695: 133637.
- James, M.C., Myers, R.A., and Ottensmeyer, C.A. 2005. [Behaviour of leatherback sea turtles, Dermochelys coriacea, during the migratory cycle](#). Proc. R. Soc. B. 272(1572): 1547–1555.
- Kenchington, E., Murillo, F.J., Cogswell, A., and Lirette, C. 2011. Development of Encounter Protocols and Assessment of Significant Adverse Impact by Bottom Trawling for Sponge Grounds and Sea Pen Fields in the NAFO Regulatory Area. Serial No. N6005. NAFO SCR Doc. 11/75. 51 p.
- Kenchington, E., Siferd, T., and Lirette, C. 2012. [Arctic Marine Biodiversity: Indicators for Monitoring Coral and Sponge Megafauna in the Eastern Arctic](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/003: v + 37p.
- Kenchington, E., L. Beazley, C. Lirette, F.J. Murillo, J. Guijarro, V. Wareham, K. Gilkinson, M. Koen Alonso, H. Benoît, H. Bourdages, B. Sainte-Marie, M. Treble, and T. Siferd. 2016. [Delineation of Coral and Sponge Significant Benthic Areas in Eastern Canada Using Kernel Density Analyses and Species Distribution Models](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/093. vi + 178 p.

- Knotek, R., Kneebone, J., Sulikowski, J., Curtis, T., Jurek, J., and Mandelman, J. 2020. Utilization of pop-up satellite archival transmitting tags to evaluate thorny skate (*Amblyraja radiata*) discard mortality in the Gulf of Maine groundfish bottom trawl fishery. *ICES J. Mar. Sci.* 77(1): 256–266.
- Koen-Alonso, M., Favaro, C., Ollerhead, N., Benoît, H., Bourdages, H., Sainte-Marie, B., Treble, M., Hedges, K., Kenchington, E., Lirette, C., King, M., Coffen-Smout, S., and Murillo, J. 2018. [Analysis of the overlap between fishing effort and Significant Benthic Areas in Canada's Atlantic and Eastern Arctic marine waters](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2018/015. xvii + 270 p.
- Lacharité, M., Brown, C.J., Normandeau, A., and Todd, B.J. 2020. [Chapter 41 - Geomorphic features and benthos in a deep glacial trough in Atlantic Canada](#). In: *Seafloor Geomorphology as Benthic Habitat (Second Edition)*. P.T. Harris, and E. Baker. (Eds.). Elsevier. Pp. 691–704.
- Lawson, J.W., and Gosselin, J.-F. 2009. [Distribution and preliminary abundance estimates for cetaceans seen during Canada's marine megafauna survey - A component of the 2007 TNASS](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/031. vi + 28 p.
- Lewis, S., Ramirez-Luna, V., Templeman, N., Simpson, M.R., Gilkinson, K., Lawson, J.W., Miri, C., and Collins, R. 2016. [A Framework for the Identification of Monitoring Indicators Protocols and Strategies for the Proposed Laurentian Channel Marine Protected Area \(MPA\)](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/093. v + 55 p.
- Lins, L., Zeppilli, D., Menot, L., Michel, L.N., Bonifácio, P., Brandt, M., Pape, E., Rossel, S., Uhlenkott, K., Macheriotou, L., Bezerra, T.N., Sánchez, N., Alfaro-Lucas, J.M., Martínez Arbizu, P., Kaiser, S., Murakami, C., and Vanreusel, A. 2021. Toward a reliable assessment of potential ecological impacts of deep-sea polymetallic nodule mining on abyssal infauna. *Limnol. Oceanogr. Methods*. 19(9): 626–650.
- Maillet, G., Bélanger, D., Doyle, G., Robar, A., Rastin, S., Ramsay, D. et Pepin, P. 2022. [Conditions océanographiques optiques, chimiques et biologiques sur le plateau continental de Terre-Neuve-et-Labrador en 2018](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/075. ix + 56 p.
- McCallum, B.R., and Walsh, S.J. 1997. Groundfish survey trawls used at the Northwest Atlantic fisheries centre, 1971-present. *NAFO Sci. Coun. Stud.* 29: 93–104.
- McKenna, M.F., Southall, B.L., Chou, E., Robards, M., and Rosenbaum, H.C. 2021. [An integrated underwater soundscape analysis in the Bering Strait region](#). *J. Acoust. Soc. Am.* 150(3): 1883–1896.
- Merchant, N.D., Fristrup, K.M., Johnson, M.P., Tyack, P.L., Witt, M.J., Blondel, P., and Parks, S.E. 2015. [Measuring acoustic habitats](#). *Methods Ecol. Evol.* 6(3): 257–265.
- Miatta, M., Bates, A.E., and Snelgrove, P.V.R. 2021. [Incorporating Biological Traits into Conservation Strategies](#). *Ann. Rev. Mar. Sci.* 13: 421–443.
- Mitchell, M.R., Harrison, G., Pauley, K., Gagné, A., Maillet, G., and Strain, P. 2002. [Atlantic Zonal Monitoring Program Sampling Protocol](#). *Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci.* 223: iv + 23 p.
- Morris, C.J., Cote, D., Martin, B., and Kehler, D. 2018. [Effects of 2D seismic on the snow crab fishery](#). *Fish. Res.* 197: 67–77.

- Morris, C.J., Nguyen, K.Q., Neves, B.M., and D. Cote. 2024. [Monitoring data for a new large offshore marine protected area reveals infeasible management objectives](#). Cons. Sci. Pract. e13076.
- Mosnier, A., Gosselin, J.-F., Lawson, J., Plourde, S., and Lesage, V. 2019. [Predicting seasonal occurrence of leatherback turtles \(*Dermochelys coriacea*\) in eastern Canadian waters from turtle and ocean sunfish \(*mola mola*\) sighting data and habitat characteristics](#). Can. J. Zool. 97(5): 464–478.
- MPO. 2020. [Utiliser des données de repérage par satellite pour délimiter l'habitat important de la tortue luth dans les eaux canadiennes de l'Atlantique : mise à jour de 2019](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Rép. des Sci. 2020/041.
- MPO. 2021. [Cadre de suivi national sur les autres mesures de conservation efficaces par zone présentant des coraux ou des éponges](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2021/048.
- MPO. 2022. [Évaluation à l'appui des décisions liées à l'autorisation de relevés scientifiques menés à l'aide d'engins entrant en contact avec le fond dans les aires protégées de la biorégion des plateaux de Terre-Neuve-et-Labrador](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2022/045
- Muntoni, M., Devillers, R., and Koen-Alonso, M. 2019. [Science should not be left behind during the design of a marine protected area: meeting conservation priorities while integrating stakeholder interests](#). Facets. 4(1): 472–492.
- Noble-James, T., Jesus, A., and McBreen, F. 2018. Monitoring guidance for marine benthic habitats. JNCC Rep. No: 598. JNCC, Peterborough.
- Parks Canada Agency. 2007. Monitoring and Reporting Ecological Integrity in Canada's National Parks. Volume 2: A Park-Level Guide to Establishing EI Monitoring. Parks Canada Agency, Ottawa. i + 111 p.
- Parzanini, C., Parrish, C.C., Hamel, J.-F., and Mercier, A. 2018. [Functional diversity and nutritional content in a deep-sea faunal assemblage through total lipid, lipid class, and fatty acid analyses](#). PLoS One 13(11): e0207395.
- Pelletier, D., García-Charton, J.A., Ferraris, J., David, G., Thébaud, O., Letourneur, Y., Claudet, J., Amand, M., Kulbicki, M., and Galzin, R. 2005. [Designing indicators for assessing the effects of marine protected areas on coral reef ecosystems: A multidisciplinary standpoint](#). Aquat. Living Resour. 18(1): 15–33.
- Pomeroy, R.S., Watson, L.M., Parks, J.E., and Cid, G.A. 2005. [How is your MPA doing? A methodology for evaluating the management effectiveness of marine protected areas](#). Ocean Coast. Manag. 48(7–8): 485–502.
- Quinn, G.P., and Keough, M.J. 2002. Experimental Design and Data Analysis for Biologists. Cambridge University Press, Cambridge.
- Robinson, S.P., Lepper, P.A. and Hazelwood, R.A. 2014. Good Practice Guide for Underwater Noise Measurement. NPL Good Practice Guide No. 133. National Measurement Office, Marine Scotland, The Crown Estate. ISSN: 1368-6550.
- Rogers, S.I., Somerfield, P.J., Schratzberger, M., Warwick, R., Maxwell, T.A.D., and Ellis, J.R. 2008. [Sampling strategies to evaluate the status of offshore soft sediment assemblages](#). Mar. Pollut. Bull. 56(5): 880–894.

- Shackell, N.L., Keith, D.M., and Lotze, H.K. 2021. [Challenges of Gauging the Impact of Area-Based Fishery Closures and OECMs: A Case Study Using Long-Standing Canadian Groundfish Closures](#). *Front. Mar. Sci.* 8: 612859.
- Sheppard, C.R.C., Atweberhan, M., Bowen, B.W., Carr, P., Chen, C.A., Clubbe, C., Craig, M.T., Ebinghaus, R., Eble, J., Fitzsimmons, N., Gaither, M.R., Gan, C.-H., Gollock, M., Guzman, N., Graham, N.A.J., Harris, A., Jones, R., Keshavmurthy, S., Koldewey, H., Lundin, C.G., Mortimer, J.A., Obura, D., Pfeiffer, M., Price, A.R.G., Purkis, S., Raines, P., Readman, J.W., Riegl, B., Rogers, A., Schleyer, M., Seaward, M.R.D., Sheppard, A.L.S., Tamelander, J., Turner, J.R., Visram, S., Vogler, C., Vogt, S., Wolschke, H., Yang, J.M.-C., Yang, S.-Y., and Yesson, C. 2012. [Reefs and islands of the Chagos Archipelago, Indian Ocean: why it is the world's largest no-take marine protected area](#). *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 22(2): 232–261.
- Simpson, M.R., Mello, L.G.S., Miri, C.M., Collins, R., Holloway, C., and Maddigan, T. 2015. [A Preliminary Analysis of Habitat Use and Movement Patterns of Wolffish \(*Anarhichas spp.*\) in Coastal Newfoundland Waters](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/033. v + 27 p.
- Stanley, R., Belley, R., Snelgrove, P., Morris, C., Pepin, P., Metaxas, A. 2015. Strategies for Marine Protected Areas and Areas of Interest in Newfoundland and Labrador. Ecosystems Management Publication Series, NL Region. 0011: 192 p.
- Stoeckle, M.Y., Das Mishu, M., and Charlop-Powers, Z. 2020. Improved Environmental DNA Reference Library Detects Overlooked Marine Fishes in New Jersey, United States. *Front Mar. Sci.* 7(226): 12 p.
- Templeman, N.D. 2007. [Placentia Bay-Grand Banks Large Ocean Management Area Ecologically and Biologically Significant Areas](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2007/052. iii + 15 p.
- Tillin, H.M., Hiddink, J.G., Jennings, S., and Kaiser, M.J. 2006. [Chronic bottom trawling alters the functional composition of benthic invertebrate communities on a sea-basin scale](#). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 318: 31–45.
- Underwood, A.J. 1992. [Beyond BACI: the detection of environmental impacts on populations in the real, but variable, world](#). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 161(2): 145–178.
- Valsecchi, E., Arcangeli, A., Lombardi, R., Boyse, E., Carr, I.M., Galli, P., and Goodman, S.J. 2021. [Ferries and Environmental DNA: Underway Sampling From Commercial Vessels Provides New Opportunities for Systematic Genetic Surveys of Marine Biodiversity](#). *Front. Mar. Sci.* 8(704786): 17 p.
- Van Audenhaege, L., Broad, E., Hendry, K.R., and Huvenne, V.A.I. 2021. [High-Resolution Vertical Habitat Mapping of a Deep-Sea Cliff Offshore Greenland](#). *Front. Mar. Sci.* 8(669372): 18 p.
- Weiss, S.G., Cholewiak, D., Frasier, K.E., Trickey, J.S., Baumann-Pickering, S., Hildebrand, J.A., and Van Parijs, S.M. 2021. [Monitoring the acoustic ecology of the shelf break of Georges Bank, Northwestern Atlantic Ocean: New approaches to visualizing complex acoustic data](#). *Mar. Policy.* 130: 104570.

Wells, N., K. Tucker, K. Allard, M. Warren, S. Olson, L. Gullage, C. Pretty, V. Sutton-Pande et K. Clarke. 2019. [Réévaluation de la zone de la baie Placentia et des Grands Bancs de la biorégion des plateaux de Terre-Neuve-et-Labrador pour déterminer et décrire les zones d'importance écologique et biologique](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2019/049. ix + 168 p

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Pêches et Océans Canada
C.P. 5667
St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador)
A1C 5X1

Courriel : DFONLCentreforScienceAdvice@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117

ISBN 978-0-660-73634-1 N° cat. Fs70-6/2024-053F-PDF

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2024



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2024. Détermination des sites de référence et d'une approche de surveillance scientifique pour la zone de protection marine du chenal Laurentien. Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2024/053.

Also available in English:

DFO. 2024. *Identification of Reference Sites and a Scientific Monitoring Approach for the Laurentian Channel Marine Protected Area. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2024/053.*