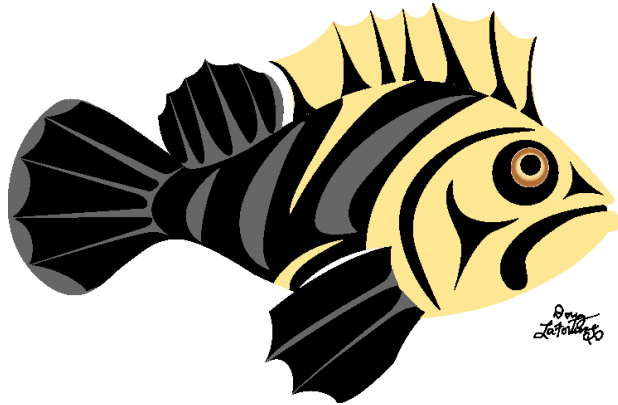




AVIS SUR LA SURVEILLANCE ÉCOLOGIQUE POUR LES AIRES DE CONSERVATION DES SÉBASTES



Sébaste, par Doug LaFortune de la Nation
Tsawout

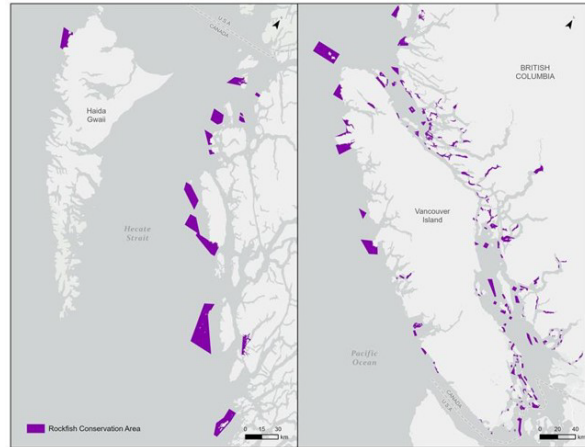


Figure 1. Carte des aires de conservation des
sébastes sur la côte du Pacifique.

CONTEXTE

Dans le cadre de la Stratégie de conservation des sébastes de 2002, des mesures de gestion spatiale, appelées « aires de conservation des sébastes » (ACS), ont été proposées pour réduire la mortalité par pêche des sébastes côtiers, de concert avec d'autres mesures de gestion (Yamanaka and Logan 2010). En 2007, un réseau de 164 ACS a été créé sur toute la côte, où plusieurs pêches qui les capturent ont été fermées. Il n'existe actuellement aucun programme de surveillance pour évaluer l'efficacité des ACS dans l'atteinte des objectifs de conservation écologique, qui sont d'augmenter l'abondance et la taille des sébastes côtiers et des morues-lingues dans les ACS, ainsi que de protéger leur habitat. À la lumière de l'engagement pris par Pêches et Océans Canada (MPO) de gérer les pêches (selon le Cadre pour la pêche durable et l'approche de précaution) et les zones benthiques (zones benthiques sensibles), la Direction de la gestion des pêches du MPO a demandé un avis sur la façon de surveiller et d'évaluer l'efficacité des ACS dans l'atteinte des objectifs de conservation écologique.

Le présent avis scientifique découle de l'examen régional par les pairs du 2 au 4 juin 2025 concernant l'Avis sur la surveillance écologique pour les aires de conservation des sébastes. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

SOMMAIRE

- Les aires de conservation des sébastes (ACS) sont un réseau de 162 mesures de gestion régionales qui ont été pleinement établies en Colombie-Britannique (C.-B.) en 2007.

- Un examen des données déjà recueillies dans les ACS a montré que, bien que la plupart d'entre elles aient été échantillonnées à l'aide de divers outils depuis leur mise en œuvre, il n'existe pas d'ensemble de données sur la période précédant la mise en œuvre à l'échelle de la côte qui pourrait être utilisé pour évaluer les changements au fil du temps dans le réseau.
- Un avis sur la surveillance est présenté pour évaluer l'efficacité des ACS pour atteindre leurs objectifs de conservation écologique sur toute la côte (détails complets dans Jeffery *et al.*; en préparation¹).
 - Les objectifs de conservation écologique des ACS sont d'augmenter la densité des populations de sébastes côtiers et de morues-lingues, d'accroître l'abondance des sébastes côtiers dans les classes d'âge plus vieilles et les classes de taille plus grandes, ainsi que de protéger l'habitat des sébastes côtiers et de la morue-lingue.
- Des indicateurs, des paramètres et des questions de recherche sont indiqués pour chacun des objectifs de conservation écologique.
- Un modèle de diagramme conceptuel du réseau d'ACS est présenté et, avec des graphes acycliques orientés, permet de guider les plans et les méthodes des relevés, ainsi que de déterminer les variables de surveillance requises.
- Une approche analytique est décrite pour orienter les futures analyses visant à évaluer l'efficacité des ACS et les mécanismes d'efficacité de celles-ci.
- Une méthode de sélection des zones de référence et des lieux d'échantillonnage est définie pour réaliser un plan d'étude de type contrôle-impact (CI) ou d'étude de type tôt-tard-contrôle-impact (ELCI).
- Une mise en œuvre en cinq phases est présentée pour guider la collecte et l'analyse des données. Des sujets de recherche complémentaires concernant les sébastes côtiers ou leur habitat dans les ACS, qui soutiennent indirectement la surveillance des ACS à l'échelle de la côte et comblent les lacunes dans les connaissances, sont présentés. Les recommandations concernant la surveillance à l'échelle de la côte de l'efficacité des ACS sont les suivantes :
 - Mettre en œuvre un nouveau programme de surveillance à l'échelle de la côte selon l'avis donné dans le document en utilisant des outils d'imagerie benthique axée sur des transects permettant de recueillir des données sur tous les indicateurs, comme des véhicules sous-marins téléguidés, la plongée sous-marine, etc.;
 - Concentrer l'échantillonnage sur les indicateurs et les paramètres indiqués (en insistant en particulier sur la taille des sébastes), en utilisant un plan de type ELCI avec l'approche progressive proposée, et avec une taille d'échantillon déterminée par l'analyse de puissance;
 - Trouver des zones de référence similaires aux ACS adjacentes, mais sans protection. Sélectionner des lieux d'échantillonnage (transects) à l'intérieur des ACS et des zones de référence qui sont randomisés, équilibrés spatialement et qui contrôlent les variables confusionnelles (profondeur, complexité structurelle et effort de pêche avant la mise en

¹ Jeffery, S., Gale, K.S.P., Nephin, J., Gemmell, O., Burke, L., Paleczny, M., Francis, F., Chaves, L., Siegle, M., Frid, A., Dudas, S., Bluteau, C. et Haggarty, D. En préparation. Avis sur la surveillance écologique pour les aires de conservation des sébastes. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech.

- place de l'ACS). Mettre en priorité les ACS représentatives et cibles présentées dans le document pour les futurs relevés de surveillance des ACS;
- Recueillir les données environnementales en même temps que les données visuelles en utilisant des outils appropriés et dans le cadre de collaborations avec d'autres groupes;
 - Collaborer avec les Premières Nations de la côte et d'autres organisations, gouvernementales ou non, dans le Pacifique canadien pour mener des études de surveillance, entre autres, sur les ACS, conformément à l'avis fourni dans ce document.
- Cet avis sur la surveillance peut être mis en œuvre pour déterminer si les ACS sont efficaces pour atteindre leurs objectifs de conservation, maintenant et dans le temps. Il sera important d'effectuer une surveillance dans les ACS (après la phase 5 du plan de mise en œuvre) pour évaluer les variations continues de leur efficacité dans le temps. Cette surveillance pourrait être utile pour alimenter les évaluations du stock de sébastes côtiers.
 - Les principales incertitudes dans l'interprétation de cet avis sont les incertitudes dans les données modélisées; les lacunes dans la connaissance de l'activité de pêche dans les ACS; le délai entre la mise en œuvre des ACS et le début de la surveillance; la mesure dans laquelle les mesures de gestion passées et continues et les effets de débordement influent sur la densité des poissons à l'intérieur et à l'extérieur des ACS; les répercussions que les activités autorisées et non autorisées dans les ACS peuvent avoir sur les sébastes ou la morue-lingue et leur habitat; et comment les sébastes, la morue-lingue et leur habitat réagiront aux changements climatiques et à d'autres agents de stress mondiaux.
 - Les ACS ont été mises en œuvre avec peu ou pas de consultation ou de participation des groupes autochtones, leur savoir est donc grandement absent des processus décisionnels passés. À l'avenir, à mesure que le plan de surveillance à l'échelle de la côte est mis en œuvre en collaboration avec les Premières Nations intéressées, l'inclusion des perspectives, valeurs et priorités autochtones devrait être renforcée, tant pour soutenir les droits des Premières Nations que pour refléter leur rôle évolutif dans la surveillance des ACS.
 - Les informations sur la conformité dans les ACS seront importantes pour explorer les facteurs potentiels qui contribuent à leur efficacité.
 - Les travaux futurs comparant et étalonnant la capturabilité ou la détectabilité entre les outils de relevé seront importants pour examiner les tendances observées avec différents outils.
 - L'avis découlant de ce document peut être utilisé pour d'autres initiatives de surveillance des sébastes côtiers; les données recueillies dans le cadre de ce plan de surveillance peuvent avoir d'autres applications liées à la conservation des sébastes côtiers (p. ex. alimenter les examens des limites).
 - Des directives sont fournies pour évaluer les ACS en fonction de leurs objectifs de conservation écologique. Les ACS peuvent contribuer d'autres façons à la conservation des sébastes côtiers, par exemple en atténuant le déclin des populations (p. ex. Wilson *et al.* 2025).

INTRODUCTION

Dans le cadre de l'engagement fédéral du Canada envers la conservation marine, Pêches et Océans Canada (MPO) est responsable de la gestion des aires protégées conformément à son mandat, et l'évaluation de l'efficacité par la surveillance est un élément de cette gestion. Bien

que la plupart des ACS soient en place depuis 20 ans, aucun programme côtier n'a été élaboré pour évaluer leur efficacité écologique ou leur incidence sur les sébastes côtiers et leur habitat.

Les ACS ont été établies pour protéger les espèces de sébastes côtiers, ainsi que la morue-lingue, qui partagent des associations d'habitat et certaines caractéristiques de leur cycle biologique. Le MPO classe huit espèces de sébastes (*Sebastes* spp.) parmi les sébastes côtiers : le sébaste à dos épineux, le sébaste cuivré, le sébaste à bandes jaunes, le sébaste brun, le sébaste noir, le sébaste-tigre, le sébaste aux yeux jaunes et le sébaste Deacon (autrefois considéré comme le sébaste bleu dans le Pacifique canadien). Ces huit espèces sont regroupées parce qu'elles coexistent dans la nature et dans la pêche. Les deux espèces de sébastes côtiers les plus répandues dans les pêches des sébastes sont le sébaste à dos épineux et le sébaste aux yeux jaunes.

Cycle biologique et vulnérabilité à l'exploitation

Les sébastes côtiers et la morue-lingue préfèrent des habitats complexes, notamment des récifs rocheux et des habitats biogènes comme les varechs, les zostères, les coraux et les éponges. Les sébastes côtiers ont tendance à recruter dans les zones peu profondes en tant que juvéniles et à passer dans des zones plus profondes à l'âge adulte; les juvéniles sont donc plus présents sur les récifs rocheux peu profonds, ainsi que dans les herbiers de zostères ou les lits de varechs, tandis que les adultes sont généralement associés à des récifs rocheux plus profonds, aux éponges et aux coraux (Richards 1986). Les sébastes sont vulnérables à l'exploitation pour plusieurs raisons : ils vivent longtemps, parviennent tardivement à la maturité et croissent lentement. Il peut donc leur falloir de nombreuses années pour se rétablir si les populations sont épuisées (Parker *et al.* 2000); beaucoup d'espèces de sébastes présentent une grande fidélité au site et ont des aires de répartition réduites, ce qui limite l'immigration des adultes des environs si une zone est appauvrie (Parker *et al.* 2000). De plus, les méthodes populaires de conservation pour d'autres poissons (p. ex. les stratégies de pêche avec remise à l'eau) sont en grande partie inefficaces pour les sébastes (Parker *et al.* 2000, 2006; Yamanaka and Logan 2010; Haggarty 2019).

Toutes les ACS chevauchent des territoires traditionnels et désignés par traité, ainsi que des lieux de pêche des peuples autochtones. Les sébastes, qui peuvent être capturés toute l'année près de nombreux villages côtiers, contribuent à la sécurité alimentaire, à la souveraineté et à la culture des peuples autochtones côtiers depuis la nuit des temps. Les Premières Nations de la côte reconnaissent depuis longtemps la vulnérabilité des espèces de sébastes et ont élaboré des stratégies de conservation pour prévenir la surpêche (Lepofsky and Caldwell 2013; Rodrigues *et al.* 2018).

Mise en œuvre des aires de conservation des sébastes

L'historique des contrôles de gestion du MPO sur les pêches de sébastes est détaillée dans Yamanaka and Logan (2010) ainsi que dans le document de recherche¹. Motivés par des préoccupations liées à la conservation, des appels ont été lancés en 2001 pour une conservation plus stricte des stocks de poissons de fond, en particulier pour les sébastes côtiers (Parker *et al.* 2000). Il n'était pas possible d'élaborer un plan de pêche habituel, car les données sur les stocks n'étaient pas suffisantes pour déterminer des niveaux de prélèvement prudents. Le MPO a donc préparé une Stratégie de conservation des sébastes côtiers pour répondre à ces préoccupations (Yamanaka and Logan 2010). Cette stratégie comprenait quatre

mesures, notamment la mise en place de zones fermées à la pêche². C'est ainsi que le MPO a désigné un réseau d'ACS comme refuges de pêche afin d'atténuer l'incertitude scientifique et de réduire la mortalité par pêche des espèces de sébastes côtiers exploitées. En date de février 2007, un réseau de 164³ ACS avait été mis en place en vertu de la *Loi sur les pêches*. Les ACS ont été créées avec peu ou pas de consultation et aucune participation des groupes autochtones, leur savoir est donc grandement absent des processus décisionnels.

Les pêches commerciales et récréatives avec des prises directes et fortuites d'espèces de sébastes côtiers étaient interdites à l'intérieur des aires de conservation des sébastes, sauf les pêches, telles que la pêche de la crevette au casier, qui a moins de répercussions sur les sébastes que les pêches ciblées (Antonelis *et al.* 2018) (Tableau 1). Les pêches à des fins alimentaires, sociales et rituelles (ASR) sont autorisées à l'intérieur des aires de conservation des sébastes, car il s'agit d'un droit protégé constitutionnellement qui revêt une immense importance culturelle pour le bien-être des peuples autochtones. La pêche des aliments traditionnels est essentielle pour poursuivre les pratiques culturelles et transmettre le savoir autochtone entre les générations.

Tableau 1. Pêches interdites et autorisées dans les aires de conservation des sébastes, par secteur de pêche.

Secteur	Pêches interdites	Pêches autorisées	
Pêche commerciale	Poisson de fond au chalut	Poisson de fond au chalut pélagique	
	Poisson de fond à la ligne et hameçon pour le flétan du Pacifique, les sébastes côtiers, les sébastes des eaux extérieures, la morue-lingue, le aiguillat commun	Invertébrés à la main ou en plongée	
	Morue charbonnière au casier	Crabe au casier	
	Saumon à la traîne		Crevette au casier
			Pétoncle au chalut
			Saumon à la senne ou au filet maillant
			Hareng au filet maillant, à la senne et récolte des œufs sur varech
		Sardine au filet maillant, à la senne et au casier	

² Les détails sur la manière dont toutes les mesures ont été prises sont présentés dans Yamanaka and Logan (2010).

³ Il y a actuellement 162 aires de conservation des sébastes : en 2018, les aires de conservation des sébastes de l'île Lyell et de Moresby Sud sont devenues des « aires de protection stricte » dans la réserve d'aire marine nationale de conservation Gwaii Haanas et le site du patrimoine haïda (Conseil de la Nation haïda et gouvernement du Canada 2018) et ont cessé d'être considérées comme des aires de conservation des sébastes (MPO 2019).

Secteur	Pêches interdites	Pêches autorisées
		Éperlan au filet maillant
		Euphausiacés (krill) au chalut pélagique
		Calmar opale à la senne
Pêche récréative	Poisson de fond à la ligne et hameçon	Invertébrés à la main ou en plongée
	Saumon à la traîne, à la dandinette ou à la turlutte	Crabe au casier
	Pêche au harpon	Crevette au casier
Éperlan au filet maillant		

Surveillance de l'efficacité des aires de conservation des sébastes

La surveillance des aires de conservation est essentielle pour suivre et évaluer les résultats des interventions et politiques de gestion et ainsi déterminer si les buts et objectifs sont atteints (Dunham *et al.* 2020). Les ACS ont été établies pour mener la conservation à l'échelle de la côte. Ainsi, le MPO vise à les surveiller à cette échelle pour évaluer leur efficacité globale à atteindre leurs objectifs de conservation écologique. L'objectif de cet avis sur la surveillance porte sur le suivi du rendement écologique, comme défini dans Dunham *et al.* (2020).

ÉVALUATION

Objectifs de conservation

Les méthodes de surveillance présentées sont conçues pour évaluer le but 1 et les objectifs de conservation écologique pour les ACS énoncés dans le Tableau 2. Bien que cette tâche ne soit pas directement liée à un objectif de conservation écologique, il est important de quantifier les activités de pêche interdites (c.-à-d. la conformité) pour comprendre les progrès réalisés vers le but 1; cette tâche est examinée de manière plus détaillée dans les sections Approche analytique et Outils et sources des données.

Tableau 2. But 1 de conservation des aires de conservation des sébastes (ACS) et ses objectifs. Remarque : Les buts et objectifs opérationnels de conservation ont été définis et publiés sur [le site Web du MPO en 2025](#). Bien que ce soit la première publication de ces objectifs, ils représentent les buts et objectifs des ACS au moment de leur création.

But		Objectif	
1	Des populations de sébastes et de morues-lingues côtières et leurs habitats sont protégés à long terme à l'intérieur des ACS.	1.1	Augmenter les densités de population de sébastes et de morues-lingues à l'intérieur des ACS.
		1.2	Augmenter l'abondance de sébastes côtiers dans les classes d'âge plus âgées à l'intérieur des ACS.

But		Objectif	
		1.3	Protéger la qualité et la quantité de l'habitat des sébastes côtiers et de la morue-lingue à l'intérieur des ACS, notamment les récifs rocheux et les structures biogènes.

Indicateurs et paramètres

Les indicateurs suivants, clairement liés à chaque objectif, ont été définis pour mesurer les progrès réalisés vers l'atteinte de ces objectifs :

- Objectifs 1.1 et 1.2 : Sébastes côtiers et morue-lingue, plus précisément : sébaste aux yeux jaunes, sébaste à dos épineux, sébaste cuivré, sébaste à bandes jaunes, sébaste-tigre, sébaste noir, sébaste brun et sébaste Deacon, et morue-lingue.
- Objectif 1.3 : Habitat de récifs rocheux (plus précisément la structure rocheuse physique) et habitat biogène (y compris les varechs, les zostères, les éponges siliceuses hermatypiques, d'autres éponges, les coraux et d'autres couvertures biologiques émergentes).

Les paramètres recommandés pour ces indicateurs ont été déterminés en recoupant les indicateurs des ACS avec ceux utilisés dans des documents de surveillance similaires. La liste de paramètres ainsi obtenue est divisée en paramètres *prioritaires* sur lesquels concentrer la collecte de données et en paramètres *secondaires* qui seraient appropriés si le temps, les ressources et les outils le permettent (Tableau 3).

Tableau 3. Paramètres recommandés pour les indicateurs de surveillance des aires de conservation des sébastes. Les indicateurs de priorité plus élevée sont marqués par un « + » et surlignés en vert; les indicateurs secondaires/facultatifs sont marqués par un « x » et surlignés en jaune. Voir les détails sur chaque combinaison indicateur/paramètre dans le texte.

Indicateur	Sébastes côtiers et morue-lingue	Coraux et éponges émergents	Éponges siliceuses hermatypiques	Varechs et zostères	Récifs rocheux
Abondance	+	+	+	+	+
Biomasse	+	-	-	+	-
Répartition	-	+	+	+	+
Diversité	-	+	-	-	-
Structure par taille et par âge	+	x	-	-	-
État	-	x	+	x	-
Dynamique des parcelles	-	x	x	x	x
Taxons indicateurs	-	-	x	-	-

Indicateur	Sébastes côtiers et morue-langue	Coraux et éponges émergents	Éponges siliceuses hermatypiques	Varechs et zostères	Récifs rocheux
Potentiel de rétablissement	-	-	+	-	-
Complexité	-	-	-	-	+

Questions de recherche

Le but de la surveillance des ACS est de déterminer si les fermetures de ces aires ont eu un effet mesurable sur les indicateurs. Des questions de recherche précises ont été élaborées à partir des objectifs et des indicateurs (voir le document de recherche¹) pour orienter la collecte des données et le plan d'échantillonnage (p. ex. « l'abondance ou la biomasse des sébastes côtiers et de la morue-langue dans les aires de conservation des sébastes sont-elles actuellement plus élevées qu'auparavant », et « l'ampleur des changements est-elle plus importante que dans des zones similaires non protégées? »). Ces questions de recherche primaires cherchent à déterminer si les ACS atteignent ou non les objectifs de conservation écologique. Les questions secondaires portant sur les mécanismes ou les raisons pour lesquelles les ACS peuvent ou non être efficaces sont également importantes et font l'objet d'une discussion dans le contexte de l'approche analytique.

Approche analytique

Un modèle conceptuel pour déterminer les variables importantes

Une approche de modélisation causale structurelle (Pearl 2009) a été utilisée pour déterminer les variables nécessaires dans les analyses statistiques afin d'évaluer l'effet total des ACS sur les indicateurs (détails dans le document de recherche¹). Pour bien interpréter l'effet des ACS, les modèles statistiques (comme les modèles linéaires généralisés à effets mixtes) doivent contrôler les variables confusionnelles afin de vérifier que les différences entre les ACS et les sites de référence sont dues à la protection, et non à des différences sous-jacentes dans l'habitat ou l'historique de la pêche. Un modèle conceptuel (aussi appelé diagramme conceptuel), qui représente visuellement la cause et l'effet, a été mis au point pour cartographier les variables et les relations dans le réseau d'ACS (Figure 2). Le modèle conceptuel détermine les variables principales de résultat (c.-à-d. les indicateurs, tels que la densité des poissons et l'état de l'habitat), la variable de traitement (ACS par rapport à zone de référence) et les facteurs de confusion potentiels (p. ex. profondeur, substrat, conditions environnementales, activité humaine à l'intérieur et à l'extérieur des ACS).

Des graphes acycliques orientés ont ensuite été utilisés pour cerner les biais statistiques potentiels, ainsi que pour relever et définir les rôles des covariables qui seront importants pour évaluer et comprendre l'effet des ACS sur les variables de résultat. Des graphes acycliques orientés ont été préparés pour deux variables de résultat généralisées : la densité/taille des sébastes côtiers (objectifs 1.1 et 1.2) et l'abondance/état des habitats biogènes (objectif 1.3). Les graphes acycliques orientés révèlent les variables à contrôler (c.-à-d. incluses dans le modèle statistique) et à ne pas contrôler, afin de répondre à une question de recherche précise tout en réduisant au minimum les biais (Arif and MacNeil 2022). Les variables qui doivent être contrôlées sont considérées comme « l'ensemble d'ajustement minimal ». Il est possible d'ajouter également d'autres variables qui ne font pas partie des voies causales ou des biais

introduits au modèle statistique comme covariables, tout en permettant encore une interprétation de cause à effet entre le traitement et le résultat. Les variables qui font partie des voies causales sont appelées médiateurs et peuvent masquer la relation de cause à effet. Pour la densité/taille des sébastes côtiers, l'ensemble d'ajustement minimal était *la complexité du substrat, la profondeur et l'activité de pêche avant la mise en place de l'aire de conservation des sébastes*; les médiateurs étaient *les activités extractives de sébastes dans les aires de conservation des sébastes, l'habitat biogène et la densité des proies*. Pour l'abondance/l'état de l'habitat biogène, l'ensemble d'ajustement minimal était *la profondeur et l'activité de pêche avant la mise en place de l'aire de conservation des sébastes*; les médiateurs étaient *les activités extractives de sébastes dans les aires de conservation des sébastes*.

Pour les questions de recherche primaires qui portent sur l'effet total des ACS sur les indicateurs (p. ex. « l'abondance des sébastes côtiers et de la morue-lingue dans les aires de conservation des sébastes est-elle plus élevée que dans des zones non protégées similaires? »), les médiateurs ne devraient pas être inclus comme covariables dans les modèles statistiques. Pour les questions de recherche secondaires qui visent à comprendre *pourquoi* les ACS sont, ou non, efficaces (p. ex. dans quelle mesure les activités extractives de sébastes dans les ACS influent-elles sur la relation entre l'abondance des sébastes côtiers et de la morue-lingue et le traitement dans les ACS?), il est essentiel d'inclure des médiateurs tels que *les activités extractives de sébastes dans les aires de conservation des sébastes* comme covariables dans les modèles statistiques.

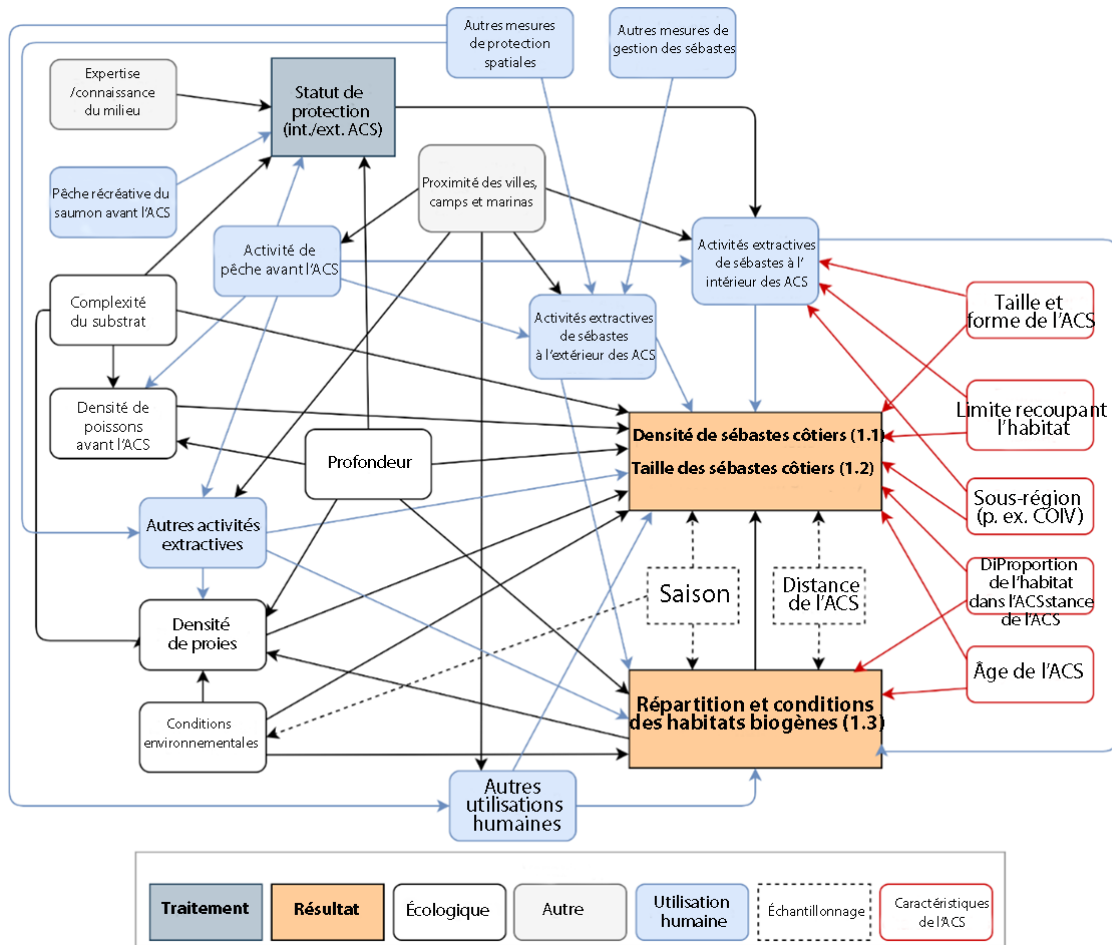


Figure 2. Modèle conceptuel (diagramme) montrant les liens entre le traitement dans les aires de conservation des sébastes, les variables de résultat et d'autres variables. Les résultats sont les paramètres qui seront utilisés pour mesurer les changements dans les indicateurs de la surveillance entre les aires de conservation des sébastes et les sites de référence. Les objectifs de conservation liés à chaque résultat sont indiqués entre parenthèses sur les encadrés des résultats. Voir à l'annexe C du document de recherche connexe¹ pour les définitions de chaque variable et les justifications des relations.

Recommandations concernant les modèles statistiques

Pour évaluer l'efficacité des aires de conservation des sébastes, il est recommandé d'utiliser une approche empirique qui s'appuie sur des modèles statistiques et des données de terrain pour évaluer l'effet direct sur les indicateurs. Pour le type de modèle statistique, un modèle flexible et hiérarchique, tel qu'un modèle généralisé linéaire à effets mixtes (MGLM) ou un modèle additif généralisé à effets mixtes (MAGM) est recommandé. Ces modèles permettent d'utiliser des données recueillies à l'aide de différents outils d'échantillonnage et tiennent compte de la nature hiérarchique des données recueillies lors de mesures répétées dans une sous-région et un site (p. ex. une ACS). Pour la sélection des variables (parfois aussi appelée section de modèle), il est recommandé d'utiliser une approche de modélisation structurelle causale pour développer la structure initiale du modèle en prenant en compte les rôles des covariables potentielles dérivées des graphes acycliques orientés (p. ex. une variable confusionnelle) et la question de recherche à laquelle vous tentez de répondre (p. ex., « une aire de conservation des sébastes est-elle efficace? » ou « pourquoi une aire de conservation

des sébastes est-elle efficace? »), puis de l'affiner à l'aide de méthodes de sélection axées sur les données comme les mesures de la qualité de l'ajustement en conjonction avec les connaissances écologiques (p. ex. « quelles variables environnementales sont connues pour être de puissants moteurs de la croissance ou de la survie des sébastes? »).

Interprétations des modèles statistiques

Huit scénarios simplifiés qui illustrent les variations possibles au fil du temps des variables indicatrices dans les ACS et les zones de référence sont présentés dans le document de recherche¹, et des interprétations sont fournies dans le contexte des questions de recherche primaires. Ces interprétations guideront la manière dont les résultats de l'efficacité de l'ACS seront interprétés une fois le plan de surveillance de l'aire mis en œuvre.

Outils et sources des données

Une analyse documentaire des données écologiques existantes pour les ACS a été effectuée afin de :

1. compiler les enregistrements de données recueillies avant la mise en œuvre des ACS (données « avant ») ou après leur mise en œuvre (données « tôt ») qui pourraient être comparées avec des données futures de la surveillance pour évaluer les variations dans le temps;
2. comprendre l'historique de la recherche dans les différentes ACS.

Cette analyse documentaire a révélé qu'une grande partie des données écologiques existantes dans les ACS semblent avoir une application limitée pour caractériser les conditions de référence ou les premières conditions dans les ACS à l'échelle de la côte. Cependant, certaines données déjà recueillies peuvent être utiles pour répondre à d'autres questions de recherche (voir la section Recherche complémentaire).

Les outils d'échantillonnage disponibles pour mesurer les indicateurs et les paramètres ont été examinés afin de recommander des outils appropriés pour surveiller et évaluer l'efficacité des ACS. Pour recueillir des données sur les variables de résultat et toutes les variables écologiques (Figure 2), il est recommandé d'utiliser des outils d'imagerie benthique axée sur des transects (p. ex. des véhicules sous-marins téléguidés, des submersibles avec équipage, des caméras remorquées, la plongée sous-marine). Les outils d'imagerie benthique sont largement utilisés en surveillance écologique pour recueillir des données sur les poissons et leur habitat, et se sont avérés efficaces pour évaluer le rétablissement des sébastes dans le réseau d'AMP de Californie (Perkins 2024). Ils permettent aussi de recueillir des données sur les conditions environnementales (p. ex. la température, la salinité) en même temps que des images. Il est également possible de recueillir des informations sur la taille des poissons à l'aide de ces outils, les caméras stéréoscopiques étant l'option privilégiée. Les outils axés sur l'imagerie présentent des avantages par rapport aux méthodes extractives (comme les relevés de pêche), car ils n'ont pas d'incidence sur les populations de poissons, peuvent être utilisés sur des habitats fragiles et de haut relief (comme les récifs d'éponges, Rooper *et al.* 2010), et fournissent des estimations de la taille des poissons sans nécessiter de capturer les poissons ou de les manipuler.

Les variables qu'il est recommandé de mesurer à l'aide d'outils d'imagerie benthique axée sur des transects sont les suivantes :

- Densité et taille des poissons

Région du Pacifique

- Habitat biogène et conditions de répartition
- Complexité du substrat
- Profondeur
- Densité des proies
- Conditions environnementales (utilisation de capteurs, comme ceux placés sur les sondes CTP, attachés à l'équipement d'imagerie).

Les sources de données accessibles pour les variables qui ne nécessitent pas de relevés ou qu'il n'est pas possible de surveiller avec des véhicules sous-marins téléguidés, sont décrites dans le document de recherche¹. Les considérations concernant l'utilisation des différents types d'outils pour la surveillance dans les ACS sont résumées dans le document de recherche¹. Bien que tous les types d'outils d'imagerie benthique axée sur des transects puissent convenir pour la surveillance des ACS, des directives précises sont fournies pour la collecte de données, en mettant l'accent sur l'utilisation des véhicules sous-marins téléguidés comme principal outil de relevé, compte tenu de la disponibilité des outils, de la plage de profondeurs, de la capacité établie au MPO et des relevés antérieurs qui ont utilisé des véhicules sous-marins téléguidés pour étudier des ACS.

Pour comprendre les mécanismes contribuant à l'efficacité des ACS, des données sur les activités extractives de sébastes dans les ACS seront nécessaires (voir la section Recommandations concernant les modèles statistiques). Dans un souci de facilité, le document de recherche¹ présente également un examen des outils utilisés pour surveiller l'activité de pêche dans les ACS, y compris les outils de suivi des navires (p. ex. SIA, relevés aériens), les enquêtes par interrogation de pêcheurs, les journaux de bord de la pêche commerciale et les données du programme de surveillance des pêches des Premières Nations.

Plan et méthodes de l'étude

Des recommandations sont fournies pour les aspects pratiques de la collecte de données, notamment la sélection des sites à grande et petite échelle, des recommandations sur le type de plan d'étude (c.-à-d. si l'échantillonnage dans le temps est requis) et la quantité d'effort d'échantillonnage requis. Bien que nos méthodes reposent sur les véhicules sous-marins téléguidés, elles s'appliquent largement à tous les relevés benthiques axés sur des transects.

Sélection des sites à grande échelle

Les méthodes permettant de déterminer les zones de référence pour chaque ACS sont décrites dans le document de recherche¹. Les zones déterminées selon ces méthodes sont similaires à l'aire protégée à laquelle elles sont jumelées dans tous les aspects (ou la plupart), à l'exception de la présence de pêche, l'accent étant mis en particulier sur la correspondance des variables confusionnelles. Elles sont aussi distantes d'un kilomètre de l'ACS à laquelle elles sont jumelées afin de réduire au minimum le potentiel d'effets de débordement. Ces méthodes donnent des zones de référence adjacentes à l'ACS à laquelle elles sont jumelées, d'une taille relative à celle-ci, correspondant à la plage de profondeurs de celle-ci et non influencées par d'autres mesures de protection.

Un sous-ensemble gérable d'ACS sur lequel concentrer la surveillance est également présenté; bien que l'objectif principal du programme proposé de surveillance des ACS soit d'évaluer le réseau à l'échelle de la côte, il n'est pas réaliste d'échantillonner les 162 ACS (figure 4A), et la surveillance portera donc sur un nombre plus petit. Ces ACS représentatives ont été

déterminées à l'aide d'une analyse de concentration qui a permis de regrouper les ACS en fonction des similitudes de leurs caractéristiques géographiques, écologiques et d'utilisation humaine, puis en restreignant les ACS de chacun des groupes en considérant les facteurs suivants : quantité d'habitat adéquat, présence de caractéristiques uniques, répartition entre les quatre groupes d'ACS et les six sous-régions géographiques afin d'assurer une répartition uniforme à l'échelle de la côte, et quantité équilibrée de zone protégée. La liste ainsi obtenue des ACS cibles est un sous-ensemble qui reflète toute la plage de variabilité qui existe entre toutes les ACS (p. ex. grande, petite, profonde, peu profonde), tout en demeurant un nombre gérable à étudier efficacement. Les détails du processus de sélection sont présentés dans le document de recherche¹. Les 55 ACS cibles sélectionnées pour la surveillance à l'échelle de la côte sont illustrées sur la Figure 3B et énumérées dans le Tableau 4.

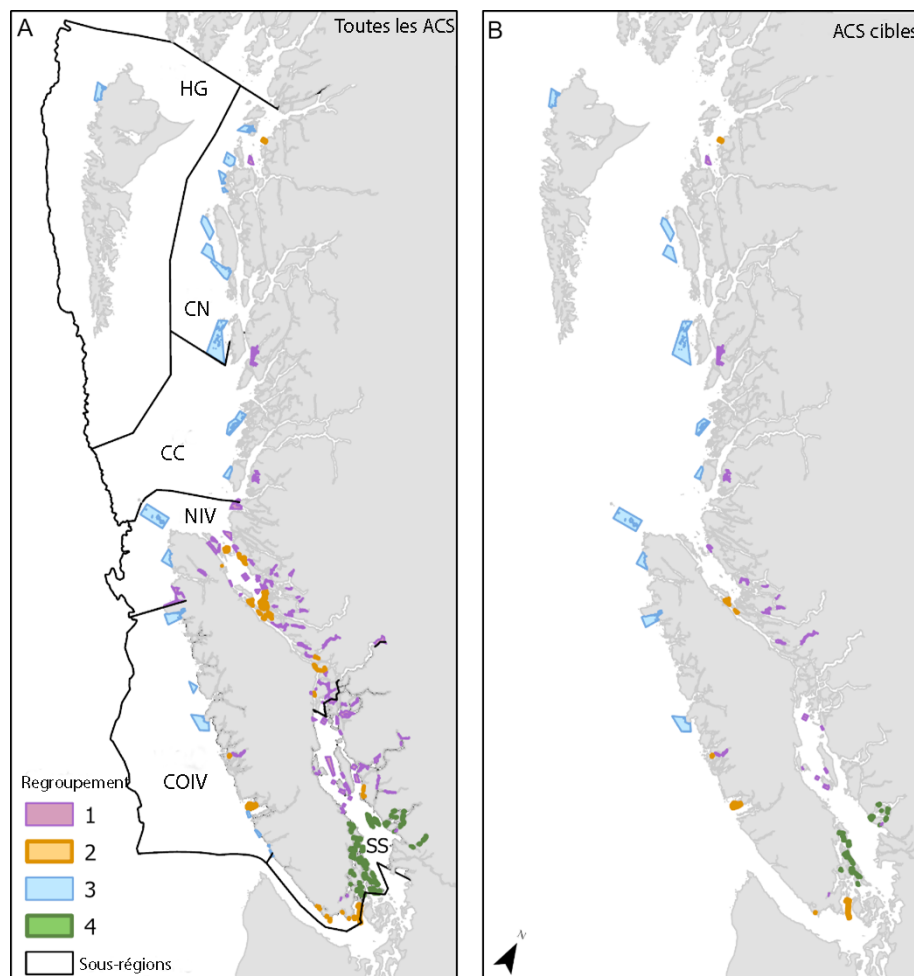


Figure 3. A) Les 162 aires de conservation des sébastes attribuées aux groupes selon des caractéristiques communes, avec les sous-régions délimitées (CC = côte centrale; HG = Haida Gwaii; CN = côte nord; NIV = nord de l'île de Vancouver; MS = mer des Salish; COIV = côte ouest de l'île de Vancouver). Les limites des sous-régions HG, CN, CC et NIV sont harmonisées avec le processus du réseau d'AMP de la mer Great Bear (Initiative du plateau Nord de la C.-B. du réseau d'AMP 2023), mais utilisent une limite interne « uniquement pour les analyses » au lieu des limites originales qui se chevauchent entre la côte centrale et la côte nord. La limite entre la mer des Salish et la côte ouest de l'île de Vancouver correspond à celle entre les zones de gestion des eaux intérieures et extérieures. B) Les 55 aires de conservation des sébastes sur lesquelles la surveillance sera concentrée.

Tableau 4. Liste des aires de conservation des sébastes cibles déterminées comme les priorités pour la surveillance à l'échelle de la côte. Cette liste peut être affinée durant la phase de mise en œuvre de la planification des relevés (comme indiqué à la section 7.2.3 du document de recherche¹). Sous-régions : CC = côte centrale; HG = Haida Gwaii; CN = côte nord; NIV = nord de l'île de Vancouver; MS = mer des Salish; COIV = côte ouest de l'île de Vancouver.

Sous-région	Groupe	Nom	Sous-région	Groupe	Nom
CC	1	Fish Egg Inlet	MS	1	Baie Davie
CC	1	Baie Kitasu	MS	1	Rocher Dinner
CC	3	Île Goose	MS	1	Île Lasqueti Sud
CC	3	West Calvert	MS	1	Milieu de la baie Finlayson
HG	3	Île Frederick	MS	1	Île Mitlenatch
CN	1	Rochers Gull Nord	MS	1	Rocher Savoie – Récif Maude
CN	1	Rochers Gull Sud	MS	1	Îlots Sisters
CN	2	Récifs Hodgson	MS	1	Vancouver Ouest
CN	3	Rochers Danger Nord	MS	2	Baie Becher Est
CN	3	Île West Aristazabal	MS	2	De l'île D'Arcy au haut-fond Beaumont
CN	3	Ouest de l'île Banks	MS	4	Baie Bedwell Harbour
NIV	1	Baie Belleisle	MS	4	Île Bowyer
NIV	1	Baie Bond	MS	4	Baie Burgoyne
NIV	1	Baie Greenway	MS	4	Île De Courcy Nord
NIV	1	Bras de mer Loughborough	MS	4	Passage Navy
NIV	1	Baie Shelter	MS	4	Rocher Pam
NIV	1	Baie Thompson	MS	4	Île Pasley
NIV	1	Île Viscount	MS	4	Île Passage
NIV	1	Wellborne	MS	4	Île Prévost Nord
NIV	2	Cap Cracroft Point Sud - Îles Sophia	MS	4	Reynolds Point - Île Link
NIV	2	Passage Weynton	MS	4	Îles Ruxton - Pylades
NIV	3	Îles Scott	MS	4	Île Saltspring Nord
NIV	3	Topknot	MS	4	Chenal Trincomali
COIV	1	Baie Bedwell	MS	4	Baie Upper Centre
COIV	1	Île Saranac	MS	4	Île Valdes Est
COIV	2	Broken Islands Group	MS	4	Île Woolridge
COIV	2	De l'île Vargas à l'île Dunlap			
COIV	3	Baie Checkeset			
COIV	3	Pointe Estevan			

Sélection des sites à petite échelle

Les méthodes, ainsi qu'un exemple d'application des méthodes de sélection des lieux d'échantillonnage (c.-à-d. les transects) dans les ACS et des zones de référence auxquelles elles sont jumelées, sont présentées dans le document de recherche¹. Afin de maximiser la puissance statistique pour détecter un effet de l'ACS sans introduire de biais dans l'analyse, *les lieux d'échantillonnage sont sélectionnés au hasard*, équilibrés spatialement entre le traitement (c.-à-d. les ACS) et les zones de référence, et présentent des caractéristiques physiques et biologiques similaires – en particulier en ce qui concerne les trois variables confusionnelles

identifiées par le graphe acyclique orienté (profondeur, complexité du substrat et effort de pêche avant la mise en place de l'ACS). Une étude de cas est fournie pour illustrer comment le savoir autochtone pourrait être utilisé pour orienter le processus initial de sélection des sites en ajustant les méthodes pour intégrer l'information provenant des systèmes de savoir autochtone.

Une analyse de puissance axée sur la simulation a été réalisée pour :

1. Déterminer le type de plan de relevé qui permet le mieux de détecter une augmentation de la densité des sébastes côtiers dans les ACS.
2. Étayer le niveau d'effort d'échantillonnage requis pour obtenir une puissance statistique adéquate.

Les deux principales options pour le plan d'une étude de surveillance des ACS sont : contrôle-impact (CI), où les conditions à l'intérieur et à l'extérieur des ACS sont comparées, et avant-après-contrôle-impact (BACI) ou tôt-tard-contrôle-impact (ELCI), où les changements sont évalués dans les ACS au fil du temps par rapport aux zones en dehors des ACS. Compte tenu du manque de données de référence disponibles pour les ACS, nous avons testé spécifiquement les plans CI et ELCI.

Il a été constaté qu'un plan d'étude de type CI générerait systématiquement des cotes de puissance plus faibles qu'un plan de type ELCI; le plan CI a atteint une puissance suffisante après une augmentation de 30 % des sébastes côtiers dans les ACS avec 300 transects, et le plan ELCI a atteint une puissance suffisante avec la moitié du nombre de transects (~150 transects) à la même taille de l'effet. Les méthodes détaillées et les résultats sont présentés *dans le document de recherche*¹.

L'avis formulé dans ce document a été élaboré de manière à maximiser la puissance statistique disponible afin de détecter les différences entre les ACS et les zones de référence dans le temps. Cependant, même avec les approches présentées ici, il sera difficile de détecter un effet de l'ACS (voir les points sommaires dans la section Sources d'incertitude). Pour améliorer davantage la puissance statistique, les analyses pourraient se concentrer sur des indicateurs sensibles (p. ex. le sébaste aux yeux jaunes, le sébaste à dos épineux et la morue-lingue), ainsi que sur des paramètres qui tiennent compte de la taille, qui sont plus réactifs à la pression de la pêche qu'à l'abondance. Si aucun effet de l'ACS n'est trouvé, la puissance statistique pourrait être améliorée davantage en évaluant l'efficacité uniquement pour un sous-ensemble des ACS cibles dans lesquelles l'activité de pêche a le plus changé et où des effets plus forts sont plus probables. Cependant, les conclusions qui pourraient être tirées seraient alors limitées uniquement au sous-ensemble des ACS, au lieu de s'appliquer à toutes.

Pour éviter la possibilité que notre nouvelle surveillance à l'échelle de la côte soit effectuée trop tard après sa mise en œuvre pour détecter un effet de l'ACS, nous pouvons réexaminer les sites échantillonnés par des véhicules sous-marins téléguidés du MPO de 2009 à 2011 peu après l'établissement des ACS sur une portion de notre côte.

Recherche complémentaire

Cet avis sur la surveillance porte surtout sur des méthodes analytiques permettant d'évaluer l'efficacité des ACS à l'échelle de la côte. Toute surveillance des sébastes côtiers ou des ACS qui ne correspond pas à l'approche de surveillance à l'échelle de la côte décrite dans le document de recherche¹ est considérée comme une « recherche complémentaire ». La recherche complémentaire peut fournir des informations contextuelles précieuses pour interpréter l'analyse de l'efficacité à l'échelle de la côte, aider à améliorer les différentes ACS ou le réseau, ou encore répondre à des questions ciblées de recherche ou de gestion. Elle

renforce la surveillance des ACS en fournissant des analyses nuancées qui soutiennent une prise de décision efficace, améliorent les résultats de conservation et maintiennent les pratiques d'intendance autochtone.

Voici des exemples de recherche complémentaire présentés dans le document de recherche¹ :

1. *Méthodes de relevé non compatibles* : Surveillance ou recherche sur les ACS utilisant des méthodes de relevé qui ne sont pas adaptées à l'approche de modélisation présentée dans le document de recherche¹.
2. *Surveillance de l'abondance et de la taille des sébastes dans les zones en dehors des ACS* : Utilisation des indicateurs et du plan d'échantillonnage présentés ici pour évaluer les sébastes côtiers dans des zones qui ne sont pas des ACS.
3. *Changements au fil du temps dans une ACS* : Évaluation des changements au fil du temps dans certaines ACS, sans comparaison avec des zones de référence.
4. *Échantillonnage légal des sébastes côtiers et de la morue-lingue* : L'échantillonnage légal des poissons peut fournir des informations impossibles à obtenir par des relevés visuels, comme l'âge, la position trophique, le sexe, la maturité, etc.
5. *Évaluation des effets de débordement des ACS* : Évaluation de la dispersion des adultes ou des larves de l'intérieur de la zone protégée dans des habitats adjacents où la pêche est autorisée (p. ex. Wilson *et al.* 2025).
6. *Évaluation de l'abondance ou du recrutement des juvéniles* : Surveillance ciblée de l'abondance des juvéniles.

Il est possible d'appliquer une approche de méta-analyse, comme celle utilisée dans Lee *et al.* (2018), pour reconstituer les tendances historiques des espèces des lits de varechs en utilisant plusieurs sources de données, pour répondre à des questions sur l'efficacité à l'échelle de la côte à l'aide d'un ensemble de méthodes de recherche plus diversifié que celui proposé dans cet avis. Si un tel cadre était élaboré pour la surveillance des ACS, certaines des approches que nous considérons comme « complémentaires » dans cette section pourraient être intégrées à l'analyse à l'échelle de la côte à l'avenir.

Bien que les programmes de surveillance à l'échelle de la côte fournissent des données standardisées pour les évaluations à grande échelle, la recherche complémentaire offre des informations contextuelles précieuses qui peuvent combler les lacunes dans les connaissances, améliorer les stratégies de gestion locale et orienter les efforts de conservation plus vastes. Par exemple, des études sur l'abondance des juvéniles, les conditions locales de l'habitat ou les effets de débordement peuvent fournir des pistes que les méthodes de surveillance à l'échelle de la côte pourraient négliger. En intégrant des sources de données diverses, telles que des relevés de pêche alimentaire dirigés par des Autochtones, des initiatives de surveillance localisées ou des études utilisant d'autres méthodes d'échantillonnage, les chercheurs peuvent mieux comprendre les tendances et la dynamique des populations à plus petite échelle.

De plus, certaines méthodes de recherche complémentaire pourraient fournir des données qui pourraient ultimement être intégrées dans les analyses à l'échelle de la côte si les cadres analytiques évoluent pour accepter des approches d'échantillonnage diversifiées. En fin de compte, la recherche complémentaire renforce la surveillance des ACS en fournissant des analyses nuancées qui soutiennent une prise de décision efficace, améliorent les résultats de conservation et maintiennent les pratiques d'intendance autochtone.

Mise en œuvre

Des directives sont fournies sur la manière dont la surveillance, l'analyse et la production de rapports pourraient être mises en œuvre sur plusieurs années. Les résultats de l'analyse de puissance semblent indiquer qu'un grand nombre de transects (plus de 200) sera nécessaire pour détecter un effet de l'ACS lorsque les tailles d'effet sont petites (p. ex. augmentation de 20 % de l'abondance des poissons). Il n'est probablement pas possible de relever ce nombre de transects en une seule année. Une approche progressive sera donc nécessaire pour la collecte et l'analyse des données.

La mise en œuvre de la surveillance a été divisée en cinq phases (Figure 4). La surveillance commencera avec la mise en œuvre séquentielle des phases 1 à 5, la première analyse à l'échelle de la côte de l'efficacité des ACS étant effectuée pendant la phase 5. Par la suite, la surveillance répétera les phases 4 et 5 en alternance pour évaluer l'efficacité continue.

La présentation des résultats sera essentielle pour faire le suivi du succès et devra respecter chaque phase de collecte et d'analyse des données. Les détails sur l'objectif, le type de rapport et le public cible sont présentés dans le document de recherche¹, ainsi que des recommandations pour les pratiques de gestion exemplaires des données.

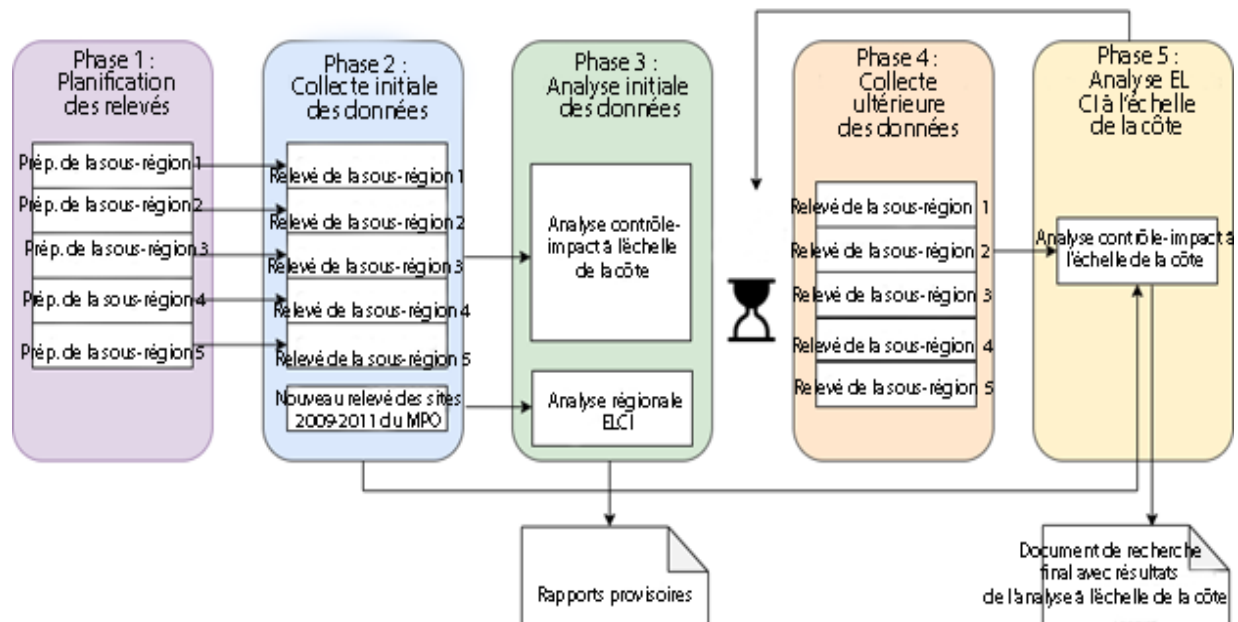


Figure 4. Organigramme des cinq phases de la mise en œuvre de la surveillance des aires de conservation des sébastes. Le nombre de relevés et d'années nécessaires pour réaliser les phases 2 et 4 dépendra des ressources disponibles pour la surveillance.

Phase 1 : Planification des relevés

Le but global de la phase de planification des relevés est de préciser l'endroit où échantillonner au cours d'une année donnée. Avant chaque relevé, une sous-région sera choisie pour la surveillance, et les ACS cibles, les zones de référence et les emplacements des transects seront examinés pour en vérifier l'adéquation. Les considérations opérationnelles auront une incidence sur le choix des ACS qui feront l'objet de relevés, tout comme les priorités transmises au MPO par les Premières Nations de la région. La Figure 5 décrit les étapes itératives nécessaires pour que les ACS cibles et leurs zones de référence soient adéquates et correspondent bien, et que les lieux d'échantillonnage soient situés à des emplacements

appropriés. Ce processus devrait être guidé par une élaboration conjointe avec les Premières Nations dans la mesure du possible. Une étude de cas est présentée dans le document de recherche¹, dans laquelle les priorités autochtones sont utilisées dans la planification de relevés à grande échelle.

Il peut être nécessaire d'opérer des ajustements sur le terrain en raison de facteurs imprévisibles, comme les conditions météorologiques qui empêchent de déployer des véhicules sous-marins téléguidés en toute sécurité. Il est néanmoins souhaitable, autant que possible, de suivre le plan de relevé afin de réduire le risque d'introduire des biais dans le choix des lieux d'échantillonnage.

Phase 2 : Collecte initiale des données

La phase 2 est la phase de collecte initiale des données et comporte deux éléments :

1. Recueillir des données selon les méthodes de sélection du site proposées et les étapes de planification des relevés dans la phase 1.
2. Effectuer de nouveau le relevé des sites échantillonnés par le MPO de 2009 à 2011 selon les méthodes et protocoles décrits de manière détaillée dans Haggarty *et al.* 2017.

Phase 3 : Analyse initiale des données

La phase 3 est la phase d'analyse initiale des données et comporte deux éléments :

1. Une analyse contrôle-impact (CI) utilisant les données initiales à l'échelle de la côte recueillies lors de la phase 2.
2. Une analyse régionale de type tôt-tard-contrôle-impact (ELCI) utilisant les données précoces des relevés effectués de 2009 à 2011 par le MPO et les données de la phase 2 pour les sites de 2009 à 2011 du MPO ayant fait l'objet d'un nouveau relevé.

Avant de pouvoir entreprendre l'analyse des données, il faudra traiter les données de chaque relevé et annoter les vidéos recueillies, un processus qui peut être très long et doit être pris en compte dans la phase de planification.

Phase 4 : Collecte ultérieure des données

La phase 4 est une deuxième phase de collecte des données durant laquelle des données ultérieures seront recueillies pour une analyse de type ELCI à l'échelle de la côte. Comme la phase 2, cette phase se déroulera sur plusieurs années, avec un échantillonnage limité à une seule partie de la côte chaque année. Dans la phase 4, il faudra effectuer les relevés dans les mêmes ACS cibles et les mêmes lieux d'échantillonnage pour accroître la puissance statistique, et s'efforcer de mener les relevés dans les ACS à la même période de l'année que pour la phase 2.

Phase 5 : Analyse ELCI à l'échelle de la côte

La phase 5 est la phase d'analyse finale, au cours de laquelle une analyse de type ELCI à l'échelle de la côte est réalisée en utilisant les données initiales de la phase 2 et les données ultérieures de la phase 4. Les analyses doivent suivre les lignes directrices et recommandations pour les modèles statistiques décrits dans la section Approche analytique.

Considérations sur la collecte de données

La collaboration avec les Premières Nations de la côte et d'autres organisations gouvernementales ou non gouvernementales est une partie importante de la surveillance des ACS. Toutes les données destinées à l'analyse à l'échelle de la côte, qu'elles soient recueillies

par le MPO ou des partenaires, doivent suivre des méthodes standardisées pour la sélection des sites, la collecte des données et le traitement afin de réduire les biais et d'assurer la rigueur scientifique. Si les données sont recueillies selon des méthodes compatibles et communiquées au MPO dans le but de contribuer à la surveillance de l'efficacité des ACS, elles seront combinées avec les données recueillies par le MPO et utilisées dans l'analyse des données. Les données qui ne répondent pas à ces exigences sont examinées dans la section Recherche complémentaire. Avant l'analyse, il faut évaluer les données recueillies par différents groupes pour déterminer l'équilibre entre les caractéristiques, les variables confusionnelles et la répartition spatiale à petite et grande échelles (c.-à-d. biais sous-régional, regroupement des transects ou suréchantillonnage dans une zone) des ACS. Il peut s'avérer nécessaire de créer des sous-ensembles de données ou de filtrer les données pour réduire le biais statistique.

Production de rapports

Les résultats seront communiqués à chaque phase clé :

- Sommaires des relevés sous forme de rapports techniques du MPO
- Résultats préliminaires sous forme de rapports techniques ou d'articles évalués par des pairs
- Conclusions finales à l'échelle de la côte sous forme d'avis scientifiques pour la direction et les intervenants

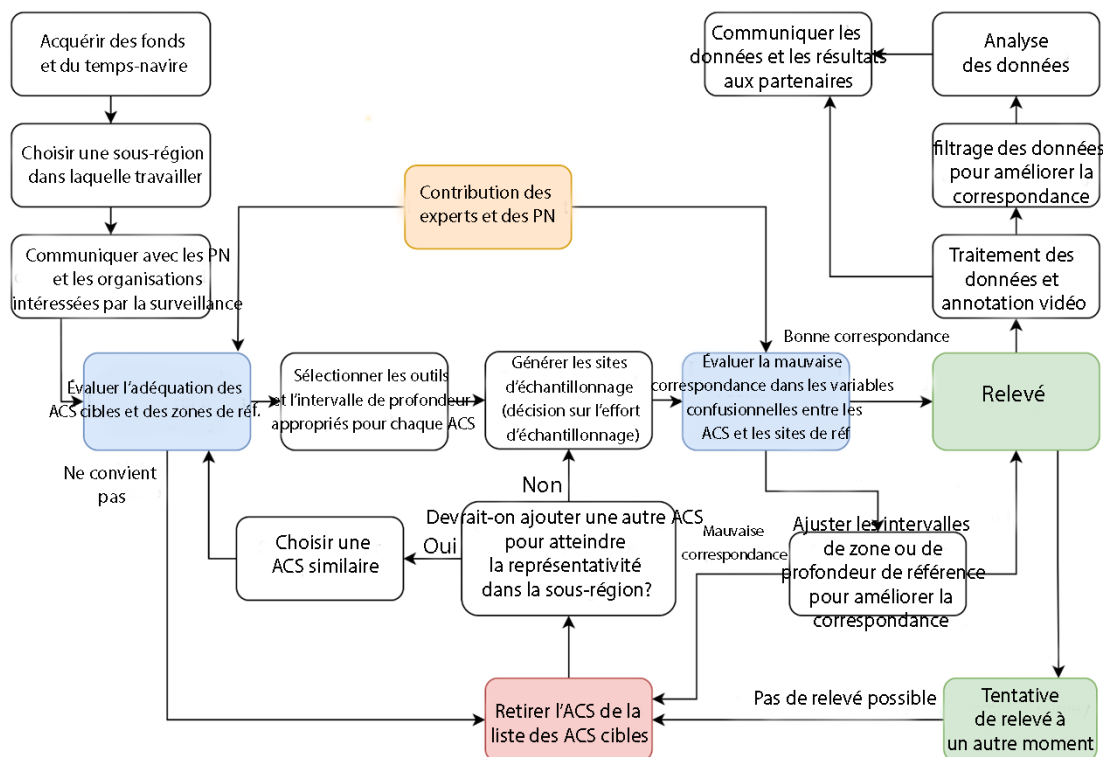


Figure 5. Organigramme montrant les étapes, allant de la planification des relevés à l'analyse des données pour la surveillance des ACS à l'échelle de la côte. PN = Premières Nations; réf. = référence.

Sources d'incertitude

- Les limitations des données disponibles introduisent des incertitudes dans l'avis fourni, notamment :
 - Les incertitudes dans les données modélisées utilisées dans l'analyse de concentration, le choix des zones de référence et les emplacements des lieux d'échantillonnage.
 - Les lacunes dans notre connaissance de l'activité de pêche ciblant les sébastes pratiquée dans les ACS peuvent limiter notre capacité à comprendre l'efficacité des ACS.
- Les incertitudes dans l'analyse de puissance utilisée pour estimer l'effort d'échantillonnage nécessaire pour détecter un effet des ACS sont les suivantes :
 - Les estimations de l'effort d'échantillonnage requis sont fondées sur le sébaste brun en Californie. Puisque la croissance et le recrutement des sébastes varient selon l'espèce et la région géographique, les délais de détection des effets de réserve peuvent être différents pour le sébaste côtier en Colombie-Britannique et pour les espèces autres que le sébaste brun. Si l'effet des ACS est plus élevé ou plus faible en Colombie-Britannique pour les espèces de sébastes côtiers ou la morue-lingue, le niveau d'effort d'échantillonnage et le temps de détection d'un effet différeront de ceux qui sont présentés ici.
 - Le plan de simulation supposait que la même taille d'effet s'appliquerait à toutes les espèces de sébastes côtiers et à toutes les ACS. En réalité, les tailles d'effet varient probablement selon les ACS et les espèces. Si le degré de variabilité est important, le niveau d'échantillonnage et la répartition de l'échantillonnage peuvent différer de ceux qui sont présentés ici.
- La capacité à détecter un effet des ACS peut être limitée pour plusieurs raisons :
 - Cet avis sur la surveillance a été élaboré 18 ans après la mise en œuvre des ACS, et les changements survenus tôt auront donc été manqués.
 - Les changements de gestion résultant de la Stratégie de conservation des sébastes ont coïncidé avec la mise en œuvre des ACS. Les mesures de gestion passées et continues (p. ex. la diminution des quotas commerciaux et des limites de prise dans la pêche récréative) peuvent influencer sur la densité des poissons à l'intérieur et à l'extérieur des ACS.
 - Les effets potentiels de débordement ont été pris en compte dans l'approche actuelle en séparant spatialement les ACS et les zones de référence (distance de 1 km) et en recommandant d'inclure la distance jusqu'à l'ACS comme covariable dans les modèles statistiques. Cependant, en cas de débordement des ACS dans les zones adjacentes, y compris dans les zones de référence, les effets des ACS seraient sous-estimés.
 - Le plan de relevé proposé ne privilégie pas les ACS dans lesquelles les activités extractives des sébastes (p. ex. les ACS où l'effort de pêche était élevé initialement et est faible actuellement). Étant donné que la réduction de l'effort de pêche est le principal facteur des effets potentiels des ACS, il est moins probable de constater des changements dans les résultats d'intérêt (plus de poissons, des poissons plus gros) dans les ACS où la pression de la pêche a peu changé.
- La qualité et les caractéristiques de l'habitat varient dans les ACS. Même si le plan de relevé recommandé prend en compte cette variabilité, des incertitudes existent dans les données utilisées pour représenter la plage des caractéristiques des ACS. De ce fait, des incertitudes subsistent quant à la représentativité de notre choix des ACS à surveiller.

- Des incertitudes entourent la façon dont les sébastes réagiront aux changements climatiques et si les conditions océaniques changeantes auront un effet sur l'efficacité du réseau d'ACS.
- Le manque de données avant la mise en place des ACS limite les approches statistiques disponibles pour évaluer l'efficacité des ACS.
- La capacité des outils d'imagerie benthique à détecter les sébastes dans des habitats complexes est limitée. Des recherches seront nécessaires pour déterminer comment estimer exactement la densité des sébastes dans des habitats complexes.
- Il existe des incertitudes quant aux répercussions que les activités autorisées, telles que les pêches du crabe et de la crevette au casier, l'entreposage du bois et les infrastructures côtières, dans les ACS, peuvent avoir sur le sébaste ou la morue-lingue et leur habitat (comme décrit dans Thornborough *et al.* 2020).
- L'approche analytique recommandée pour évaluer l'efficacité à l'échelle de la côte repose sur des modèles statistiques et des données sur les variables de résultat et les covariables. Il existe d'autres façons d'évaluer l'efficacité des ACS, notamment d'autres méthodes et approches statistiques qui associent la science occidentale aux connaissances locales et au savoir autochtone. Par exemple, les données recueillies à l'aide de différents outils, plans de relevés ou systèmes de connaissances pourraient être intégrées à l'aide de méthodes méta-analytiques ou bayésiennes, entre autres, pour reconstituer les conditions avant la mise en place des ACS (p. ex. les techniques décrites dans Eckert *et al.* 2017; Lee *et al.* 2018; Watkins 2024).
- Les approches passées utilisées pour les ACS, ainsi que la voie prise par le MPO pour faire participer les Premières Nations à l'élaboration de cet avis sur la surveillance, ont conduit à une inclusion limitée du savoir autochtone dans cet avis. Plus précisément :
 - Le manque de protocoles établis et de soutien à la participation des Autochtones aux processus du gouvernement fédéral, combiné aux délais restrictifs dans les processus consultatifs scientifiques, a entravé une véritable coproduction de cet avis. De ce fait, et pour probablement bien d'autres raisons, l'inclusion dans le document des systèmes de savoir autochtone et des perspectives autochtones est limitée, ce qui donne un document qui ne reflète pas un processus de coproduction de connaissances. Un tel processus aurait jumelé les systèmes de savoir autochtone et la science occidentale de manière équitable pour générer des objectifs, des méthodes et des résultats communs (Reid *et al.* 2022). Une coproduction efficace de connaissances nécessite du temps et des ressources financières pour rassembler des participants divers, de préférence en personne, afin de favoriser des relations significatives, de bâtir la confiance et d'acquérir une appréciation des différentes connaissances qui contribuent à une collaboration pluraliste (Cooke *et al.* 2021; Almack *et al.* 2023).
 - L'approche scientifique occidentale utilisée pour élaborer le plan de l'étude et les méthodes statistiques présente de nombreuses limites et incertitudes (décrites précédemment). Certaines pourraient être atténuées par une association plus équitable entre la science occidentale et les systèmes de savoir autochtone.
 - Les limites découlent du processus initial utilisé pour créer les ACS, dans lequel les emplacements des ACS, leurs objectifs de conservation et les détails des fermetures de pêches ont été décidés avec une contribution limitée des Premières Nations.

Un développement conjoint précoce et significatif avec les Premières Nations sera nécessaire durant la mise en œuvre de cet avis sur la surveillance des ACS afin de surmonter ces limites.

CONCLUSIONS ET AVIS

Des directives sont fournies pour élaborer un programme de surveillance à l'échelle de la côte afin d'évaluer l'efficacité des ACS dans l'atteinte de leurs objectifs écologiques, qui sont d'augmenter la densité des populations de sébastes côtiers et de morues-lingues, d'accroître l'abondance des sébastes côtiers dans les classes d'âge plus vieilles et les classes de taille plus grandes, ainsi que de protéger l'habitat des sébastes côtiers et de la morue-lingue.

Les mesures suivantes sont recommandées pour la surveillance écologique de l'efficacité des ACS :

- Mettre en œuvre un nouveau programme de surveillance à l'échelle de la côte selon l'avis donné dans le document en utilisant des outils d'imagerie benthique axée sur des transects capables de recueillir des données sur tous les indicateurs, comme des véhicules sous-marins téléguidés, la plongée sous-marine, etc.
- Concentrer l'échantillonnage sur les indicateurs et les paramètres indiqués (en particulier la taille des sébastes), en utilisant un plan de type ELCI avec l'approche progressive proposée, et avec une taille d'échantillon déterminée par l'analyse de puissance.
- Trouver des zones de référence similaires sur le plan écologique aux ACS. Sélectionner des lieux d'échantillonnage (transects) à l'intérieur des ACS et des zones de référence qui sont randomisés, équilibrés spatialement et qui contrôlent les variables confusionnelles (profondeur, complexité structurelle et effort de pêche avant la mise en place de l'ACS). Mettre en priorité les ACS cibles et représentatives présentées dans le document pour les futurs relevés de surveillance des ACS.
- Recueillir les données environnementales en même temps que les données visuelles en utilisant des outils appropriés et dans le cadre de collaborations avec d'autres groupes.
- Collaborer avec les Premières Nations de la côte et d'autres organisations, gouvernementales ou non, pour mener des recherches de surveillance et autres sur les ACS, conformément à l'avis fourni dans ce document.
- Mettre en priorité le développement de relations fondées sur la confiance avec les Premières Nations afin d'élaborer conjointement le plan et la planification des relevés en utilisant les systèmes de savoir autochtone chaque fois que cela est possible et lorsque les connaissances sont communiquées au MPO à cette fin.
- Inclure les données recueillies par les Premières Nations et d'autres organisations dans l'analyse à l'échelle de la côte de l'efficacité des ACS si elles sont recueillies avec les outils recommandés, selon les méthodes de sélection des sites décrites dans ce document et si les données sont communiquées au MPO à cette fin.
- Mettre en œuvre la surveillance de l'efficacité des ACS en utilisant le plan de mise en œuvre en cinq phases pour guider la collecte et l'analyse des données.

L'avis découlant de ce document peut être utilisé pour d'autres initiatives de surveillance des sébastes côtiers; les données recueillies dans le cadre de ce plan de surveillance peuvent avoir d'autres applications liées à la conservation des sébastes (p. ex. alimenter les examens des limites).

La capacité à détecter un effet des ACS à l'aide de cet avis sur la surveillance pourrait être réduite par le fait que les données de référence pour les ACS n'existent pas et que l'avis sur la surveillance n'est élaboré que maintenant, deux décennies après la mise en œuvre des ACS. Il

est important de commencer la surveillance avant ou peu après la mise en œuvre pour pouvoir détecter les changements attribuables aux fermetures spatiales, et elle devrait intervenir en priorité pour les nouvelles fermetures spatiales.

CONSIDÉRATIONS SUPPLÉMENTAIRES

Cet avis a été créé avec les commentaires et les contributions de nombreuses Premières Nations. À mesure que nous avançons, il sera important que l'avis soit mis en œuvre en collaboration avec les Premières Nations intéressées, en incluant le savoir, les perspectives, les valeurs et les priorités autochtones, tant pour soutenir les droits des Premières Nations que pour refléter leur rôle évolutif dans la surveillance des ACS.

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué à ce document, notamment Doug LaFortune, qui a fourni la création artistique (page 1).

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom de famille	Prénom	Affiliation
Bacon	Mikaela	MPO, Gestion des pêches
Beaty	Fiona	Premières Nations de la côte – Great Bear Initiative Society
Bluteau	Cynthia	MPO, Sciences
Brauckmann	Kali	Première Nation Snuneymuxw
Brown	Judson	Coprésident; Conseil de la Nation haïda
Burke	Lily	MPO, Sciences
Chaves	Lais	Première Nation Tsawout
Cote	Isabelle	Université Simon Fraser
Dudas	Sarah	MPO, Sciences
Duke	Katarina	Premières Nations Ka:yu:'k't'h' / Che:k'tles7et'h'
Dunham	Anya	MPO, Sciences
Dunham	Jason	MPO, Sciences
Dunic	Jillian	MPO, Sciences
Edwards	Jess	Ha'oom Fisheries Society
English	Philina	MPO, Sciences
Finney	Jessica	MPO, Centre des avis scientifiques du Pacifique
Fisher	Emma	MPO, Unité de gestion des poissons de fond
Francis	Fiona	MPO, Sciences
Frid	Alejandro	Entrepreneur indépendant
Gale	Katie	MPO, Sciences
Gemmel	Olivia	MPO, Sciences
Govender	Rhona	MPO, Gestion des pêches
Haggarty	Dana	MPO, Sciences
Hamilton	Scott	Moss Landing Marine Lab
Hornby	Greg	MPO, Gestion des pêches (pêches récréatives)
Jeffery	Sharon	MPO, Sciences

Nom de famille	Prénom	Affiliation
Laliberte	Bernette	Tribus Cowichan
Lothead	Janet	Coprésidente; MPO, Sciences
Martone	Rebecca	Conseil Nanwakolas
Moll	M. Vanessa	Première Nation Mowachaht-Muchalaht
Nephin	Jessica	MPO, Sciences
Norgard	Tammy	MPO, Sciences
Nowosad	Damon	Q'ul-Ihanumtsun Aquatic Resources Society
Paleczny	Michelle	MPO, Sciences
Rive	Callum	MPO, Sciences
Robb	Carrie	MPO, Sciences
Rooper	Chris	MPO, Sciences
Rubidge	Emily	MPO, Sciences
Schubert	Aidan	Conseil de la Nation haïda
Siegle	Matt	MPO, Sciences
Tadey	Rob	MPO, Gestion des pêches (pêches récréatives)
Tryon	Lora	Marine Life Sanctuaries Society
Vanessa Zahner	Skil Jáada	Conseil de la Nation haïda

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

- Antonelis, K., Selleck, J., Drinkwin, J., Saltman, A., Tonnes, D. and June, J. 2018. [Bycatch of rockfish in spot prawn traps and estimated magnitude of trap loss in Washington waters of the Salish Sea](#). Fish. Res. 208: 105-115.
- Arif, S. and MacNeil, M.A. 2022. [Utilizing causal diagrams across quasi-experimental approaches](#). Ecosphere. 13(4): e4009.
- Conseil de la Nation haïda et gouvernement du Canada. 2018. Plan directeur de Gwaii Haanas Gina 'Waadluxan KilGuhlGa Terre, mer et gens : 33 p.
- Dunham, A., Dunham, J.S., Rubidge, E., Iacarella, J.C. and Metaxas, A. 2020. [Contextualizing ecological performance: Rethinking monitoring in marine protected areas](#). Aquatic Conservation: Mar. Freshwater Ecosystems. 30: 2004-2011.
- Eckert, L.E., Ban, N.C., Frid, A. and McGreer, M. 2017. [Diving back in time: extending historical baselines for yelloweye rockfish with Indigenous knowledge](#). Aquatic Conservation: Mar. Freshwater Ecosystems. 28(1): 158-166.
- Francis, F.T., Burke, L., Marliave, J., Schultz, J., Borden, L., Weltman, A. and Dunham, A. 2024. Fishing damage to cloud sponges may lead to losses in associated fish communities in Pacific Canada. Mar. Environmental Res. 197: 106448.
- Haggarty, D.R. 2019. [Examen de l'utilisation de dispositifs de recompression comme outils pour réduire les effets des barotraumatismes chez les sébastes en Colombie-Britannique](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2019/042. vi + 41 p.

- Haggarty, D.R., Flemming, R., Cooke, K., Deleys, N. and Yamanaka, K. 2017. Remotely operated vehicle surveys of rockfish conservation areas in British Columbia, February 2009 – July 2011. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3189: vi + 141 p.
- Keppel, E.A. et Olsen, N. 2019. [Examen préalable à l'évaluation du COSEPAC du sébaste aux yeux jaunes \(*Sebastes ruberrimus*\) sur la côte canadienne du Pacifique : biologie, répartition et tendances relatives à l'abondance](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2019/014. ix + 119 p.
- Lee, L.C., Thorley, J., Watson, J., Reid, M. and Salomon, A.K. 2018. Diverse knowledge systems reveal social-ecological dynamics that inform species conservation status. Conservation Lett. 12(2): e12613.
- Lepofsky, D. and Caldwell, M. 2013. [Indigenous marine resource management on the Northwest Coast of North America](#). Ecological Process. 2(1): 12.
- Love, M., Yoklavich, M. and Thorsteinson, L. 2002. The rockfishes of the Northeast Pacific. University of California Press, Berkley, California.
- MPA Network BC Northern Shelf Initiative. 2023. Network action plan.
- MPO. 2019. [Avis de pêche FN0378-Mise en œuvre du plan de gestion de la réserve marine nationale de conservation et du site du patrimoine haïda Gwaii Haanas : Fermetures de la pêche commerciale et de loisir dans des zones de protection strictes et remplacement des aires de conservation des sébastes de South Moresby et Lyell Island – Portions du secteur 2 – En vigueur le 1^{er} mai 2019](#). Consulté le 15 août 2024.
- Parker, S.J., Berkeley, S.A., Golden, J.T., Gunderson, D.R., Heifetz, J., Hixon, M.A., Larson, R., Leaman, B.M., Love, M.S., Musick, J.A., O'Connell, V.M., Ralston, S., Weeks, H.J. and Yoklavich, M.M. 2000. [Management of Pacific Rockfish](#). Fisheries. 25(3). 22-30.
- Parker, S.J., McElderry, H.I., Rankin, P.S. and Hannah, R.W. 2006. [Buoyancy Regulation and Barotrauma in Two Species of Nearshore Rockfish](#). Trans. Am. Fish. Soc. 135(5) : 1213-1223.
- Pearl, J. 2009. Causality: Models, Reasoning, and Inference, 2nd Edition. Cambridge University Press.
- Richards, L.J. 1986. [Depth and habitat distributions of three species of rockfish \(*Sebastes*\) in British Columbia: observations from the submersible PISCES IV](#). Environ. Biol. Fish. 17(1) : 13-21.
- Rooper, C.N., Hoff, G.R. and De Robertis, A. 2010. [Assessing habitat utilization and rockfish \(*Sebastes* spp.\) biomass on an isolated rocky ridge using acoustics and stereo image analysis](#). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 67(10) : 1658-1670.
- Thornborough, K.J., Lancaster, D., Dunham, J.S., Yu, F., Ladell, N., Deleys, N. et Yamanaka, L. 2020. [Évaluation des risques liés aux activités humaines autorisées dans les aires de conservation du sébaste en Colombie-Britannique](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2020/020. x + 344 p.
- Watkins, H.V. 2024. Echinoderms in decline: Modeling trends, assessing consequences, and reversing course. PhD Thesis, Simon Fraser University.
- WDFW. 2025. Yelloweye Rockfish (Puget Sound/Georgia Basin DPS) (*Sebastes ruberrimus*).
- Wilson, K.L, Frid, A. and Anderson, S.C. 2025. [Groundfish with diverse life histories increase in size and abundance with proximity to spatial protections](#). Prépublication sur bioRxiv.

Yamanaka, K.L. and Logan, G. 2010. [Developing British Columbia's Inshore Rockfish Conservation Strategy](#). Mar. Coastal Fish. 2(1): 28-46.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190 Hammond Bay Road
Nanaimo, BC V9T 6N7

Courriel : DFO.PacificCSA-CASPacifique.MPO@dfo-mpo.gc.ca

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

ISSN 1919-5117

ISBN 978-0-660-99253-2 N° cat. Fs70-6/2026-020F-PDF

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par la ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2026

Ce rapport est publié sous la [Licence du gouvernement ouvert – Canada](#)



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2026. Avis sur la surveillance écologique pour les aires de conservation des sébastes.
Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2026/020.

Also available in English:

DFO. 2026. Ecological Monitoring Advice for Rockfish Conservation Areas. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2026/020.