



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences des écosystèmes
et des océans

Ecosystems and
Oceans Science

Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)

Compte rendu 2024/024

Région de la capitale nationale

Compte rendu de la réunion sur les avis scientifiques nationale des cartographie des effets cumulatifs et vulnérabilité des écosystèmes marins à multiples facteurs de stress anthropiques

Dates de la réunion : 29-30 novembre et le 2 décembre 2021

Endroit : Réunion virtuelle

Présidente : Tana Worcester

Rapporteurs : Alex Tuen, Noreen Kelly, Jocelyn Nelson, Selina Agbayani, Cathryn Murray, Grace Murphy et Tana Worcester

Pêches et Océans Canada
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

Avant-propos

Le présent compte rendu a pour but de consigner les principales activités et discussions qui ont eu lieu au cours de la réunion. Il peut contenir des recommandations sur les recherches à effectuer, des incertitudes et les justifications des décisions prises pendant la réunion. Le compte rendu peut aussi faire l'état de données, d'analyses ou d'interprétations passées en revue et rejetées pour des raisons scientifiques, en donnant la raison du rejet. Bien que les interprétations et les opinions contenues dans le présent rapport puissent être inexactes ou propres à induire en erreur, elles sont quand même reproduites aussi fidèlement que possible afin de refléter les échanges tenus au cours de la réunion. Ainsi, aucune partie de ce rapport ne doit être considérée en tant que reflet des conclusions de la réunion, à moins d'une indication précise en ce sens. De plus, un examen ultérieur de la question pourrait entraîner des changements aux conclusions, notamment si des renseignements supplémentaires pertinents, non disponibles au moment de la réunion, sont fournis par la suite. Finalement, dans les rares cas où des opinions divergentes sont exprimées officiellement, celles-ci sont également consignées dans les annexes du compte rendu.

Publié par :

Pêches et Océans Canada
Secrétariat canadien des avis scientifiques
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

<http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/>
csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca



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

ISSN 2292-4264

ISBN 978-0-660-71269-7 N° cat. Fs70-4/2024-024F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2024. Compte rendu de la réunion sur les avis scientifiques nationale des cartographie des effets cumulatifs et vulnérabilité des écosystèmes marins à multiples facteurs de stress anthropiques; du 29 au 30 novembre et le 2 décembre 2021. Secr. can. des avis sci. du MPO. Compte rendu 2024/024.

Also available in English:

DFO. 2024. *Proceedings of the National Advisory Meeting on Cumulative Impact Mapping and Vulnerability of Marine Ecosystems to Multiple Anthropogenic Stressors; November 29–30 and December 2, 2021. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2024/024.*

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	iv
INTRODUCTION	1
MISE EN CONTEXTE.....	1
PRÉSENTATION ET DISCUSSION DU DOCUMENT DE TRAVAIL	1
DONNÉES	2
Classes d'habitats	2
Activités humaines et facteurs de stress.....	2
Matrice de vulnérabilité	3
HYPOTHÈSES, INCERTITUDES, MESURES, ANALYSES ET APPLICATIONS	4
Hypothèses	4
Incertitude	4
Mesures	4
Analyse	5
Applications.....	5
PRÉSENTATIONS DES ÉVALUATEURS ET DISCUSSIONS	5
ÉVALUATRICE 1 : EMILY RUBIDGE	5
Examen	5
Discussion.....	6
ÉVALUATEUR 2 : DAVID BEAUCHESNE	7
Examen	7
Discussion.....	7
RÉCAPITULATION DE LA PREMIÈRE JOURNÉE	9
RÈGLES DÉCISIONNELLES	10
DISCUSSION SUR LES OBJECTIFS 1 ET 2 DU CADRE DE RÉFÉRENCE	11
DISCUSSION SUR L'OBJECTIF 3 DU CADRE DE RÉFÉRENCE	13
RÉCAPITULATION DE LA DEUXIÈME JOURNÉE	13
PUBLICATIONS PRÉVUES ET PROCHAINES ÉTAPES	14
ANNEXE 1: CADRE DE RÉFÉRENCE	15
ANNEXE 2 : ORDRE DU JOUR	18
ANNEXE 3 : LISTE DES PARTICIPANTS.....	20

SOMMAIRE

Une réunion nationale d'examen par les pairs du Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS) de Pêches et Océans Canada (MPO) s'est tenue en mode virtuel les 29 et 30 novembre et le 2 décembre 2021 afin de fournir un avis scientifique sur la cartographie des effets cumulatifs et la vulnérabilité des écosystèmes marins à de multiples facteurs de stress anthropiques. Cet avis scientifique sera utilisé pour éclairer les processus de planification spatiale marine.

Ce processus d'examen porte sur la méthode établie de Halpern *et al.* (2008) et vise à déterminer comment celle-ci pourrait et devrait être utilisée, dans le but d'établir une expertise qui pourrait être mise en place par Pêches et Océans Canada. La méthode de cartographie des effets cumulatifs (CEC) constitue une méthode semi-quantitative existante et publiée qui représente spatialement les effets additifs des activités anthropiques et des facteurs de stress sur les écosystèmes marins. La CEC rassemble des informations sur les activités humaines et les composantes de l'écosystème à la résolution souhaitée, transforme les facteurs de stress à la même échelle, additionne les effets attendus de façon à obtenir une cote des effets cumulatifs, et présente une carte des effets cumulatifs dans une zone. La CEC est un modèle d'effets cumulatifs spatialement explicite qui nécessite trois types de données : les classes d'habitats, les activités humaines et les facteurs de stress, ainsi qu'une matrice des cotes de vulnérabilité.

Les évaluateurs externes ont fait part de leurs commentaires sur le document de travail et ont suggéré des améliorations. Le présent document de travail examine le travail de Halpern *et al.* (2008) dans un contexte canadien moderne, tout en reconnaissant que ce document de travail s'appuie sur l'héritage des applications issues de cette étude et qu'il n'a pas réalisé ou refait le travail original. Le document de travail visait également à équilibrer le niveau de détail nécessaire à la compréhension du modèle, en privilégiant un niveau élevé ne comportant pas beaucoup de détails sur les différentes couches. Les discussions sur les avantages et les faiblesses de la méthode ont été utiles, bien que les faiblesses correspondent principalement à des problèmes de connaissances plutôt qu'à des problèmes méthodologiques. La méthode de CEC est modulaire et facile à adapter. Elle pourrait être utile à plusieurs égards dans le cadre de la planification spatiale marine.

INTRODUCTION

Une réunion sur les avis scientifique du Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS) de Pêches et Océans Canada (MPO) s'est tenue en mode virtuel les 29 et 30 novembre et le 2 décembre 2021 afin de fournir un avis scientifique sur la cartographie des effets cumulatifs et la vulnérabilité des écosystèmes marins à de multiples facteurs de stress anthropiques.

Les participants se sont présentés (annexe 3), puis la présidente a donné un aperçu des politiques du SCAS, passé en revue le cadre de référence (annexe 1) qui a servi de base au processus du SCAS, puis examiné l'ordre du jour (annexe 2).

MISE EN CONTEXTE

Ce processus d'examen du SCAS offre l'occasion d'intégrer les meilleures données scientifiques disponibles à la façon dont le MPO évalue l'étendue spatiale et l'intensité des effets cumulatifs des activités humaines sur les écosystèmes marins.

La planification spatiale marine (PSM) est l'avenir de la gestion des océans du Canada. Elle permettra de soutenir les engagements et les priorités du gouvernement. Les plans de PSM de la première génération doivent être achevés d'ici 2024 dans quatre des six zones de planification. Ils cernent les zones propices aux activités maritimes et les zones qui doivent être évitées ou pour lesquelles des mesures spéciales doivent être mises en œuvre à des fins de conservation ou de protection.

La demande d'avis scientifiques est motivée par la nécessité de disposer de données et de produits de connaissance afin d'étayer le processus de PSM, qui comprend des données océaniques. Ces éléments sont intégrés dans les questions clés de la PSM, ce qui permet de créer des catégories de données fondamentales, des produits et des outils de connaissance, un partage, une conception de scénarios et des plans de PSM.

Le plan directeur du processus de PSM est interne et n'a pas été officiellement publié, mais le MPO et d'autres ministères commencent à l'officialiser. Il comporte les étapes suivantes :

1. Planification préalable (« se préparer »).
2. Mise en place de la gouvernance de la PSM et définition de la vision, des buts et des objectifs de la PSM avec les partenaires (« préparer le terrain pour travailler en collaboration »).
3. Intégration et analyse des données (« regrouper nos connaissances »). Il s'agit de l'étape actuelle.
 - a. Caractérisation des zones d'effets cumulatifs.
 - b. Carte des zones d'effets cumulatifs.
4. Élaboration des scénarios de PSM (« quelle utilisation voulons-nous faire de nos océans? »)
5. Finalisation de la PSM (« comment concrétiser notre vision de la PSM? »).
6. Mise en œuvre de la PSM (« la concrétiser »). Cette étape doit être approfondie.

PRÉSENTATION ET DISCUSSION DU DOCUMENT DE TRAVAIL

Ce processus d'examen du SCAS porte sur la méthode établie de Halpern *et al.* (2008) et vise à déterminer comment celle-ci pourrait et devrait être utilisée, et ce dans le but de disposer d'un produit de connaissance scientifiquement éclairé que le MPO pourrait déployer. La méthode de

cartographie des effets cumulatifs (CEC) repose sur une méthode semi-quantitative existante et publiée qui représente spatialement les effets additifs des activités anthropiques et des facteurs de stress sur les écosystèmes marins. La méthode :

- A été la première à combiner les effets humains cumulatifs dans une carte.
- A été citée plus de six mille fois depuis 2008.
- A été appliqué dans de nombreux endroits dans le monde.
- Est améliorée à chaque fois qu'elle est appliquée.
- A des forces et des faiblesses qui sont bien comprises.

En revanche :

- Il ne s'agit pas de la seule méthode disponible, ni de la meilleure.
- Les incertitudes et les hypothèses de cette méthode sont analysées.

Pour l'essentiel, la CEC rassemble des informations sur les activités et les composantes de l'écosystème à la résolution souhaitée, transforme les facteurs de stress à la même échelle, additionne les effets attendus de façon à obtenir une cote des effets cumulatifs et présente une carte des effets cumulatifs dans une zone.

DONNÉES

La CEC est un modèle d'effets cumulatifs spatialement explicite qui nécessite trois types de données, énumérées ci-dessous avec un résumé des points de discussion les concernant :

Classes d'habitats

- Des exemples de classes d'habitats dans le Pacifique et l'Atlantique ont été présentés, notamment des habitats benthiques, biogéniques et pélagiques.
- Dans le document de travail, le tableau 1 est différent de la figure correspondante parce que la carte de 2015 initialement utilisée comme base a été mise à jour.
- Des précisions sur les types d'habitats seront ajoutées au document de travail.
- Pour les classes des habitats biogéniques des eaux profondes de l'Atlantique, le document de travail peut également inclure d'autres zones le long du talus identifiées par les modèles de répartition des espèces ou préciser que la couche représente des zones importantes dominées par des coraux d'eau froide, des éponges et des communautés de pennatules.
- Les cartes de l'Atlantique et du Pacifique sont en cours d'actualisation. Les classes d'habitats continueront d'être mises à jour à mesure que l'on disposera de nouveaux renseignements.

Activités humaines et facteurs de stress

- Les activités et les facteurs de stress marins ont lieu ou sont présents dans l'océan et comprennent la pêche, le transport maritime, la navigation de plaisance, l'immersion en mer, etc.
- Les activités et les facteurs de stress côtiers ont lieu ou sont présents à proximité des côtes et comprennent les ports, les marinas, les usines de pâte à papier, l'aquaculture, les barrages flottants, etc.

-
- Les activités et les facteurs de stress terrestres ont lieu ou sont présents dans les bassins versants et comprennent l'exploitation minière, la sylviculture, l'agriculture, les sites industriels, les routes, les villes, les pipelines, etc.
 - Les intensités relatives diffèrent selon les activités et sont modélisées en fonction de la manière dont chaque facteur de stress interagit avec les habitats.
 - Concernant les activités en milieu marin, les données polygonales telles que les empreintes de pêche ont été pondérées en fonction de la zone, et l'effet a été calculé uniquement dans les profondeurs et les habitats où cette activité de pêche était susceptible d'avoir lieu.
 - La densité des noyaux marins et côtiers a été utilisée afin de modéliser la diminution de l'intensité du facteur de stress en fonction de la distance par rapport à la source du facteur de stress. Selon l'analyse de Murray *et al.* (2015), la distance minimale était de deux kilomètres.
 - L'indice d'utilisation du sol est une mesure relative de la quantité d'activités ou de facteurs de stress dans un bassin versant. L'indice d'utilisation du sol est calculé sur le bassin versant et appliqué à l'embouchure de l'estuaire. La distance de densité du noyau est la taille moyenne du panache de l'estuaire qui dépend de l'ordre des cours d'eau.
 - Quel que soit le type de données, les intensités relatives doivent être normalisées pour toutes les activités en utilisant une transformation logarithmique et une remise à l'échelle, ou en les classant dans des catégories faibles, moyennes ou élevées.
 - Une boîte à outils sur les effets cumulatifs et un manuel d'utilisation connexe sont en cours d'élaboration et contribueront à normaliser le processus.

Matrice de vulnérabilité

- Les cotes de vulnérabilité sont généralement affichées dans une matrice. Une même activité peut avoir des effets différents sur des habitats différents.
- Les experts de chaque habitat ont été invités à évaluer la vulnérabilité de leur habitat en se fondant sur leur expertise. Ils ont utilisé cinq critères, dont l'échelle spatiale, la fréquence, l'effet trophique, le pourcentage de changement et le temps de récupération.
- Deux matrices de vulnérabilité antérieures ont été évaluées, à savoir la matrice du Courant de Californie et la matrice du Massachusetts. Les deux ont suivi la même méthodologie. Les matrices obtenues diffèrent légèrement en ce qui concerne les habitats inclus ou exclus. Les différences de biogéographie et d'océanographie ont entraîné des écarts par rapport au Canada.
- Pour répondre à la question de l'applicabilité de ces matrices aux habitats canadiens, on a demandé à des experts canadiens de l'Atlantique et du Pacifique d'évaluer les matrices susmentionnées et d'attribuer une cote pour les différents critères : négligeable, faible, moyenne, élevée ou extrême.
- Les experts ont pu reclasser les facteurs de stress en exerçant leur jugement d'expert, et ont justifié de manière exhaustive tout changement au classement des facteurs de stress.
- Les nouveaux classements ont été examinés de façon anonyme et à l'aveugle par des évaluateurs, qui ont répondu par l'affirmative ou la négative.
- Les examens ont été utilisés pour apporter des changements. Les classements ont été convertis en cotes numériques et figurent dans le document de travail.

-
- Dans le cadre de la présente étude, l'accent a été mis sur les facteurs de stress des deux matrices originales. Le document de travail mentionnera la suggestion des experts d'ajouter certains facteurs de stress qui n'ont pas été inclus.
 - Le document de travail inclut les facteurs de stress liés à l'augmentation et à la diminution de l'eau douce, qui affectent la salinité.
 - Dans les études initiales du Courant de Californie et du Massachusetts, les experts n'ont pas établi directement les cotes. Ils avaient différents scénarios à classer. Les auteurs des matrices ont pris les résultats de l'enquête, ont fait la moyenne des différentes cotes, les ont pondérées à l'aide d'un modèle de décision à critères multiples et sont parvenus à une cote de vulnérabilité globale. Il a été demandé aux experts du SCAS si les cotes de vulnérabilité originales étaient valables pour le contexte canadien, et non de recréer le travail original effectué sur les deux matrices. Le document de travail a initialement omis de fournir ce contexte détaillé, mais il pourrait être utile d'inclure certains détails, peut-être en annexe.
 - L'avis scientifique précisera que les cotes représentent des moyennes annuelles, bien qu'il soit possible d'avoir une cotation dynamique de manière à refléter les différentes périodes de l'année. Par exemple, l'étude de la mer de Béring a reposé sur les mêmes cotes de vulnérabilité, mais avec une variation de l'intensité des activités entre les saisons afin de distinguer les effets cumulatifs en hiver et en été. Dans le cas d'une méthode dynamique, l'intensité relative de l'activité au fil des saisons signifie que la solution consiste à modifier l'activité plutôt que d'avoir des cotes de vulnérabilité différentes pour chaque saison.

HYPOTHÈSES, INCERTITUDES, MESURES, ANALYSES ET APPLICATIONS

Hypothèses

La CEC repose sur neuf grandes hypothèses. Le document de travail s'est concentré sur les quatre hypothèses principales :

- Les couches de stress sont d'égale importance.
- Les écosystèmes réagissent de manière linéaire aux facteurs de stress.
- Les cotes de vulnérabilité sont suffisamment précises.
- Les effets des facteurs de stress sont additifs.

Incertitude

L'incertitude a été quantifiée de différentes manières :

- Modèle global : zones robustes où les effets de l'activité humaine sur les océans ont été modélisés à un niveau élevé ou faible (les zones rouge et bleu foncé présentent le plus haut degré de certitude).
- Mer Méditerranée orientale : indice de confiance de la sensibilité locale (les chiffres les plus élevés indiquent une plus grande confiance dans le jugement des experts).

Mesures

La CEC ne prescrit pas de mesures de gestion particulières, mais fournit plutôt des informations permettant d'améliorer la prise de décision en matière de gestion :

- Illustration des domaines d'effets relatifs.

-
- Identification des effets des activités spécifiques.
 - Comparaison des scénarios d'effets (actuels et futurs).

En cartographie, les tendances des effets peuvent ressortir très clairement lorsque les facteurs de stress sont regroupés selon qu'ils sont liés aux activités marines, aux activités de pêche, aux activités côtières ou aux activités terrestres.

Analyse

Les résultats de la CEC peuvent être utilisés afin d'effectuer des analyses de scénarios. Par exemple, l'analyse de Murray *et al.* (2015) a mis en évidence ce qui suit :

- Le changement climatique a eu des effets considérables et a obtenu les cotes les plus élevées en matière d'effets cumulatifs.
- Les activités prévues liées aux industries et aux pipelines ont eu des effets localisés.
- Les développements futurs ont augmenté l'empreinte des effets potentiels (7 582 kilomètres carrés).
- Les habitats proches du rivage étaient les plus vulnérables.

Applications

Les cotes des effets cumulatifs peuvent être utilisées dans diverses autres applications, par exemple :

- Conception de levés : cotes des effets cumulatifs en tant que gradient d'effets permettant de stratifier les levés sur le terrain.
- Définir les seuils d'effets à l'aide de limites de tolérance quantitatives.
- Couche de coûts dans les analyses Marxan en vue de la planification.

PRÉSENTATIONS DES ÉVALUATEURS ET DISCUSSIONS

Les évaluateurs externes donnent leur avis sur le document de travail.

ÉVALUATRICE 1 : EMILY RUBIDGE

Examen

Le document de travail est bien rédigé et ses objectifs sont clairs. Les tableaux et les cartes sont bien organisés. L'enchaînement des idées est bien présenté.

Le document de travail gagnerait à être davantage contextualisé concernant les avantages et les inconvénients de la méthode Halpern *et al.* (2008) et pourrait préciser s'il convient d'élaborer une approche différente ou d'affiner et d'actualiser en permanence l'approche Halpern. Il serait utile de connaître les limites de l'application de certaines des approches alternatives (par exemple, les effets synergiques plutôt qu'additifs).

De plus amples informations pourraient être fournies sur la manière dont les classes d'habitats s'alignent sur les autres classifications d'habitats utilisées dans chaque région.

Il conviendrait d'expliquer plus en détail comment les cotes du tableau 5 sont utilisées afin de générer des pondérations de vulnérabilité. En plus d'un paragraphe d'explication, un exemple devrait être fourni.

Il conviendrait d'expliquer plus en détail pourquoi les cotes varient d'une région à l'autre.

Il faudrait davantage d'explications sur la manière dont une modification de la cote obtenue lors de l'examen par les experts a entraîné une modification de la pondération de la vulnérabilité.

Au point 4.3.1, il conviendrait d'inclure un résumé de l'examen par les experts, avec des comparaisons pour chaque région. Parmi les questions à se poser, on peut par exemple se demander si les cotes ont tendance à augmenter ou à diminuer dans la catégorie de vulnérabilité, et si les cotes correspondent dans les régions où les habitats sont communs.

Une liste de facteurs de stress suggérés par les évaluateurs doit être incluse, car cela peut être utile pour des travaux futurs ou encore mettre en évidence des lacunes dans la recherche.

Le document de travail devrait préciser les combinaisons de facteurs de stress les mieux notées pour chaque côte, après examen par les experts. Il conviendrait d'expliquer pourquoi les facteurs de stress liés au changement climatique obtiennent systématiquement une cote plus élevée que des facteurs de stress tels que la destruction des habitats.

Discussion

Les auteurs du document de travail reconnaissent que certains des commentaires ont été abordés dans la présentation du document de travail, mais qu'ils devraient être inclus dans le document de travail lui-même. Les auteurs reconnaissent qu'il était difficile de décider de la quantité d'informations générales à inclure dans le document de travail, car ils n'ont pas effectué le travail original.

Les auteurs acceptent d'ajouter la comparaison avec d'autres méthodes et de préciser la manière dont le changement de catégorie a entraîné un changement numérique. Lorsqu'ils sont passés d'une catégorie à une autre et qu'il y avait une fourchette de chiffres, les auteurs ont utilisé le chiffre le plus bas de la nouvelle catégorie. Les vulnérabilités ont été classées par ordre d'importance et assorties de niveaux de classement, mais elles n'ont pas été associées à une cote numérique lorsqu'elles ont été envoyées aux experts pour examen.

Il serait intéressant de disposer d'un exemple complet de la manière dont les modifications ont été apportées aux cotes originales. Certains des experts participant à l'examen demandent les cotes originales pour les cinq composantes, mais celles-ci n'existent pas. Les cotes de vulnérabilité utilisées comme point de départ pour les matrices ont été calculées à l'aide d'une série complexe d'enquêtes au cours desquelles des experts ont été invités à classer des scénarios assortis de cotes de vulnérabilité hypothétiques, mais réalistes. Ces cotes ont ensuite été transformées en pondérations de modèle à l'aide d'un modèle statistique afin de refléter l'importance de chaque variable dans les décisions de classement prises par les experts.

Ce n'est pas ainsi que les auteurs auraient conçu la méthode, mais ils ont tout de même choisi de travailler avec cette dernière et avec l'héritage de la méthode Halpern originale. Les cotes ne doivent pas être considérées comme quantitatives. Lorsque les cotes manquent pour une combinaison facteur de stress-habitat, les informations existantes sur un ou plusieurs des cinq critères de vulnérabilité peuvent être remplacées de manière à combler les lacunes. Il s'agit d'une approche qui permet de bien refléter la vulnérabilité, car les experts ont mis l'accent sur les conséquences plutôt que sur la fréquence ou l'échelle spatiale qui ont tendance à se chevaucher avec l'exposition.

ÉVALUATEUR 2 : DAVID BEAUCHESNE

Examen

Le document de travail présente de façon pertinente la méthode Halpern dans le contexte canadien. La présentation du document de travail vient compléter le document de travail lui-même.

Certains éléments de la présentation pourraient contribuer à clarifier le document de travail. Le document de travail devrait fournir plus de détails sur la méthode utilisée concernant l'examen préalable et les résultats de ce processus.

Le premier objectif du document de travail était d'examiner les cotes individuelles attribuées. Les informations contenues dans les grands tableaux doivent être interprétées. Des informations supplémentaires devraient être fournies sur les résultats des experts et sur les discussions entre les experts concernant la manière dont ils sont parvenus à leurs cotes finales.

Il serait utile d'examiner les effets de la réévaluation des cotes sur la base de critères multiples, de déterminer quelle perte d'informations en résulterait et de savoir quelles informations sont perdues lorsque les cotes sont modifiées à la fin du processus. Il conviendrait de dresser la liste des conséquences d'une telle démarche au lieu d'utiliser les critères initiaux. Il est admis que les critères initiaux ne peuvent être revus, mais ce point devrait être abordé dans le document de travail.

Les avantages et les inconvénients devraient être répertoriés dans un seul tableau.

Le manque d'informations sur l'empreinte spatiale des facteurs de stress est cité comme une limite du modèle, mais il doit être considéré comme un problème de connaissance plutôt que comme un problème méthodologique.

Discussion

Les auteurs du document de travail voulaient pondérer le niveau de détail fourni. Les examens préalables des experts pourraient être fournis en annexe sur demande, mais ils n'ont pas été inclus dans le présent document, dans la mesure où ils n'ont pas nécessairement été jugés utiles et où tous les experts n'ont pas été pris en compte. Les auteurs acceptent d'ajouter plus de détails sur les méthodes et les résultats de l'enquête précédente. Ils tenteront de résumer les résultats observés dans les tableaux et la validation des changements.

Les auteurs précisent que chaque côte a ses propres valeurs de vulnérabilité et qu'elles ne sont pas directement comparables parce que les cotes sont établies de manière relative au sein d'une zone d'étude, à savoir les unes par rapport aux autres plutôt qu'en tant que valeurs quantitatives isolées. Par exemple, une cote de 17 dans le Pacifique ne peut être comparée à une cote de 17 dans l'Atlantique. L'objectif est de disposer d'une carte des effets cumulatifs du Canada qui s'applique à chaque région plutôt qu'à l'ensemble des régions, car les échelles sont différentes. Pour une application au niveau national, des décisions plus importantes doivent être prises.

L'expertise sur les facteurs de stress spécifiques est rare. Dans un scénario hypothétique où des experts spécialisés dans les facteurs de stress sont sollicités afin de donner leur avis sur la manière dont les facteurs de stress peuvent avoir des effets sur l'habitat, il serait difficile de formuler des commentaires sur l'ensemble des habitats. C'est pourquoi il était plus réaliste de faire appel aux experts des habitats.

Idéalement, lorsque les données d'activité sont disponibles, les facteurs de stress peuvent être attribués et les cotes de vulnérabilité correspondantes peuvent être extraites de la matrice pour

chaque habitat. Cependant, certaines cotes de vulnérabilité se situent au niveau de l'activité. Les auteurs expliquent le lien entre l'activité et le facteur de stress. Les activités sont utilisées parce qu'elles peuvent être gérées au niveau humain (par exemple, l'aquaculture), contrairement aux facteurs de stress (par exemple, le bruit). Les auteurs acceptent d'expliquer que le modèle comprend à la fois des cotes de vulnérabilité au niveau de l'activité, grâce à des cotes préexistantes qui ont été adaptées à notre côte, et des cotes pour les facteurs de stress individuels.

Un participant indique que l'on ne comprend pas bien quelles activités ont des valeurs de facteurs de stress préétablies et lesquelles sont davantage dérivées de la zone à laquelle elles sont appliquées, qu'il semble y avoir un mélange entre les deux et que les informations actuellement fournies ne l'expliquent pas bien ou n'indiquent pas où elles ont été utilisées. Les auteurs expliquent que le choix de ce qui est utilisé dans un lieu est visible dans la matrice géante, mais qu'il peut ne pas être évident de savoir comment passer de la matrice de vulnérabilité à la cartographie des facteurs de stress des activités. La cartographie des facteurs de stress des activités est réalisée à l'aide des données disponibles sur le facteur de stress ou l'activité en question, les cotes de vulnérabilité étant identifiées sur la base des habitats et des facteurs de stress qui se chevauchent. Dans les documents subséquents, seul un sous-ensemble de facteurs de stress est choisi parmi le grand nombre de facteurs énumérés dans le tableau. Une autre considération est de savoir quels sont les éléments qui ont une portée régionale ou nationale.

Le tableau 3 énumère les facteurs de stress liés à l'apport de nutriments. Il peut s'agir d'un apport de nutriments :

- Dans les eaux eutrophes.
- Dans les eaux oligotrophes.
- Provoquant des proliférations d'algues nuisibles.
- Provoquant des eaux hypoxiques.

Des inquiétudes sont exprimées quant au risque de chevauchement entre les activités et les facteurs de stress concernant les facteurs de stress énumérés ci-dessus. Il serait utile de savoir s'ils se chevauchent ou de fournir des conseils sur le moment et la manière d'utiliser chacun des facteurs de stress liés à l'apport de nutriments afin d'éviter les chevauchements. Les auteurs reconnaissent que ces définitions sont difficiles à établir, accueillent favorablement tout conseil sur la manière de les clarifier et ne pensent pas que ces facteurs de stress aient encore été répertoriés.

Un participant demande si les auteurs ont examiné les facteurs de stress affectant les habitats qui ont été soumis à un Cadre d'évaluation du risque écologique (CERE) et, dans l'affirmative, si les deux processus ont abouti à des classements similaires et, si ce n'est pas le cas, s'il convient d'approfondir la question. Les auteurs ont passé du temps à examiner des processus similaires lors de l'étude de la vulnérabilité et ont essayé de trouver des habitats qui se trouvent dans les deux ou seulement dans l'un d'entre eux. Ils ne comprennent pas tous les mêmes activités et facteurs de stress, de sorte qu'il est difficile d'établir une comparaison et de déterminer si un travail de comparaison satisfaisant a été effectué. Les mêmes critères de vulnérabilité n'ont pas été utilisés. Pour l'avenir, il faudra trouver un moyen de comparer les données à l'identique.

Un participant demande si le facteur de stress que constitue le bruit est compté trois fois lorsqu'il comprend le bruit, le bruit lié aux navires et le bruit lié à l'aquaculture, et s'il y a plusieurs entrées pour le même facteur de stress. Les auteurs expliquent que les tableaux et les

définitions ont pour but de fournir une large liste d'options qui, espèrent-ils, ne seront pas nécessaires dans le cadre d'une évaluation. Le document de travail indiquera que seuls certains facteurs de stress sont choisis. Un exemple est donné : la sédimentation due à la sylviculture et aux routes peut être une source d'activités multiples générant le même facteur de stress, et des activités différentes peuvent générer le même facteur de stress, mais avoir des empreintes différentes. C'est une autre façon de représenter les activités et les facteurs de stress.

Un participant estime qu'il serait utile d'avoir une vue d'ensemble de la manière dont les valeurs de la matrice et son applicabilité ont été modifiées à la suite de l'examen par les experts et pose plusieurs questions à ce sujet :

- La façon dont ces cartes sont utilisées dans le cadre de la PSM.
- Si les effets du changement climatique sont dominants dans l'espace et dans le temps.
- Si le changement climatique est difficile à gérer pour le MPO au niveau d'un site.
- S'il est envisagé d'examiner des cartes sans facteurs de stress liés au changement climatique de manière à ce qu'elles soient plus applicables à la PSM.

Les auteurs répondent que cela dépend de la manière dont les résultats sont présentés. Une carte du Pacifique organisée par classe d'activités est présentée. Une carte agrégée est établie sur la base du changement climatique. Dans les Maritimes, les facteurs de stress liés au changement climatique peuvent être considérés comme des scénarios. Certains résultats concernant les Maritimes correspondent au taux de changement entre le présent et l'avenir; il s'agit donc d'effets futuristes, utiles pour l'analyse de scénarios.

Un participant juge qu'il serait utile de pouvoir extraire la couche climatique afin de noter sa contribution à l'image globale. En ce qui concerne l'application de l'outil, le participant note que le document de travail ne semble pas envisager de conseils ou de recommandations sur la fréquence de mise à jour des couches ou sur la fréquence de recherche de mises à jour dans la littérature scientifique, compte tenu de l'évolution de la science. Les auteurs répondent qu'il peut être difficile de donner des conseils généraux parce que différents éléments sont mis à jour à différents moments, et que l'outil tente de prendre un instantané de beaucoup de choses différentes. Dans le contexte du MPO, les rapports dynamiques seront utilisés et mis à jour périodiquement, ce qui est différent de la création d'un nouveau manuscrit scientifique à chaque fois qu'une couche de données est mise à jour.

RÉCAPITULATION DE LA PREMIÈRE JOURNÉE

La deuxième journée de la réunion débute par un récapitulatif de la première journée et une invitation à soulever de nouveaux points de discussion ou à revenir sur les précédents :

- Un tableau des avantages et des inconvénients aiderait à comprendre et à éclairer les conversations sur la manière d'utiliser ces produits dans le cadre de la prise de décision.
- La question de l'habitat est abordée, et la figure 1 et le tableau 1 ne correspondent pas tout à fait.
- Du côté atlantique, certaines couches de données concernant les habitats biogéniques n'existent pas encore (comme le varech dans l'Atlantique), mais d'autres existent. Il serait bon de savoir quelles sont celles qui ne sont pas encore disponibles.
- L'opposition entre le milieu marin et le milieu côtier est claire dans la présentation, mais devrait être précisée dans le document de travail.

-
- En ce qui concerne les facteurs de stress, le tableau 3 devrait indiquer comment ils ont été calculés et quelle saisonnalité (été ou hiver) il convient d'adopter à l'avenir.
 - Concernant la vulnérabilité, une description du processus initial, des enquêtes et des examens pourrait éventuellement être incluse en annexe.
 - Les interactions pouvant changer rapidement, les lacunes doivent être clairement identifiées.
 - Le changement climatique est inclus parce qu'il est prédominant et omniprésent, mais il semble l'emporter sur les vulnérabilités lorsqu'il chevauche l'empreinte d'activités directement gérables.
 - La prise en compte de l'hydrodynamique des eaux réceptrices concernant l'intensité et la distribution spatiale n'est pas incluse. L'intensité dépend de l'activité ou du facteur de stress cartographié. Pour la pêche au chalut, l'intensité peut être déterminée par le nombre de chaluts dans un polygone. Pour l'aquaculture, il peut s'agir de kilogrammes de poissons élevés par ferme piscicole. Deux fermes proches l'une de l'autre augmenteraient l'intensité dans le polygone. En 2015, les itinéraires de navigation de plaisance ont été classés dans les catégories d'intensité faible, moyenne et élevée.
 - La classe des habitats biogéniques des eaux profondes de l'Atlantique devrait être mise à jour afin de préciser qu'elle représente des zones dominées par des espèces biogéniques profondes.
 - Dans les zones plus profondes, il n'y a pas de données sur la biomasse. Certaines zones disposent de données d'observation, mais dans d'autres zones, il n'existe qu'un modèle de répartition des espèces.
 - Le document de travail est resté à un niveau élevé, sans beaucoup de détails sur la carte des habitats. La description de l'habitat pourrait être modifiée de manière à refléter la source des données. On espère que la carte sera soumise à un examen par les pairs à l'avenir.
 - Les discussions actuelles sont valables. Il s'agit là de problèmes de connaissance plutôt que de problèmes méthodologiques. Le programme est modulaire et facile à adapter. Chaque facteur de stress et chaque couche d'habitat peuvent être examinés par des experts. Il serait utile de recadrer les questions qui sont soulevées à plusieurs reprises comme des problèmes de connaissance. L'hydrodynamique ne peut être appliquée si cette information n'est pas disponible à l'échelle de la côte. Le document de travail renforcera l'utilisation des meilleures informations disponibles et il s'agit d'un modèle modulaire.
 - Concernant les variables hydrologiques, il est utile de faire appel à des experts en facteurs de stress afin de cartographier les facteurs de stress. Toutefois, aucune discussion n'a lieu sur la manière dont les données du modèle peuvent ou doivent être utilisées par le MPO dans ces situations.

RÈGLES DÉCISIONNELLES

Les auteurs présentent les règles de décision retenues dans le cadre de l'examen préalable par les experts et aux fins de la conversion des classes en cotes numériques. Quatre exemples montrent comment les classements et les cotes des experts ont été révisés.

Le premier exemple relatif à l'Atlantique concerne les herbiers marins et l'aquaculture. La modification la plus prudente et les valeurs les plus basses ont été retenues. Dans les matrices du document de travail, les valeurs modifiées sont en gras et accompagnées d'une flèche. Par exemple, la cote originale de 0,6 et la cote proposée de **1,4**↑ montrent une légère augmentation

de la cote révisée. Les valeurs les plus conservatrices ont été choisies afin de donner plus de poids aux experts qui ont participé dans le passé par rapport aux chiffres plus élevés mis à jour par les auteurs.

Le deuxième exemple relatif à l'Atlantique porte sur les herbiers marins et l'augmentation de l'apport de sédiments. La valeur la plus conservatrice a été retenue.

Le premier exemple relatif au Pacifique concerne les habitats intertidaux à substrat dur et les maladies ou les agents pathogènes. Les experts ont convenu que la valeur correspondant à cet exemple devait être reclassée dans la catégorie « élevée », et un expert a estimé qu'elle devait être classée dans la catégorie « extrême ». Ainsi il a été décidé d'attribuer une valeur élevée dans la catégorie « élevée ».

Le deuxième exemple relatif au Pacifique concerne les zones intertidales meubles et l'aquaculture de mollusques.

La variabilité des chiffres permet d'effectuer des analyses de sensibilité et d'examiner les incertitudes. Le document de travail contiendra un texte sur la règle du changement conservateur afin d'expliquer que l'ensemble des experts ne sera pas pris en compte et qu'il n'y a pas eu d'accès aux cotes originales.

Le document de travail clarifiera l'utilisation du terme « conservateur ». Dans les exemples ci-dessus, il s'agit d'une intensité numérique moindre (cotes moins élevées). En matière de gestion, être conservateur, c'est adopter une approche de précaution qui impliquerait de choisir des chiffres plus élevés. Les auteurs demandent aux responsables d'être prudents et de ne pas prendre de décisions sur la base du seul tableau de vulnérabilité, qui peut être pris hors contexte.

Dans le cadre de l'approche axée sur les habitats, les auteurs notent que les vulnérabilités aux facteurs de stress varient d'un habitat à l'autre. Les participants recommandent également d'examiner les différentes activités. Il s'agit notamment de l'observation des baleines, qui ne figure pas dans la liste initiale des activités, et du chalutage de recherche, qui peut être considéré comme faisant partie de l'activité scientifique impliquant l'élimination de la biomasse et la modification de l'habitat lorsque les chaluts traînent sur le fond de la masse d'eau.

DISCUSSION SUR LES OBJECTIFS 1 ET 2 DU CADRE DE RÉFÉRENCE

Une carte des effets cumulatifs peut être utilisée en tant que couche de coûts dans le cadre de l'analyse Marxan. La carte peut également être utilisée après l'analyse Marxan afin d'éclairer les décisions concernant la sélection du scénario préféré. La carte et les rapports associés peuvent être utilisés afin de hiérarchiser les mesures de gestion et informer la direction de la PSM lors de la phase de mise en œuvre, notamment en ce qui concerne les outils de gestion à utiliser en vue de minimiser les effets.

Avantages des cartes des effets cumulatifs

- Une carte montre où se situent les points chauds et les points froids des effets cumulatifs.
- Les cartes seraient utiles dans le cadre d'une suite d'analyses. L'analyse Marxan ne pouvant prendre en compte qu'une seule couche de coûts, une carte peut être utilisée comme couche de coûts dans Marxan afin de prendre en compte plusieurs activités. Il peut s'agir de zones à faibles effets ainsi que de zones à haute valeur de conservation qui peuvent avoir des effets plus importants, mais qui ont un potentiel de restauration.
- Les cartes sont également utiles pour vérifier les résultats des outils d'aide à la décision pour la PSM (par exemple, analyse Marxan avec les zones) ou les scénarios potentiels de

découpage en zones de la PSM afin d'évaluer la manière dont les différentes options influencent les effets cumulatifs à une plus grande échelle.

- Les cartes sont utilisées pour la planification du réseau d'aires marines protégées (AMP) dans le substrat meuble du littoral, dans le cadre d'une analyse de sensibilité visant à évaluer le caractère « naturel » du projet de scénario de réseau.
- Les cartes superposent les activités humaines et les AMP existantes dans la région. Il s'agit d'une méthode prédictive utile pour aider à informer les gestionnaires sur la manière dont les activités humaines peuvent affecter les zones situées à l'intérieur et à l'extérieur des frontières de l'AMP. Les limites ne reflètent pas nécessairement les nuances, mais permettent d'introduire la discussion.
- Les cartes indiquent visuellement la part de l'océan utilisée par l'homme, ce qui permet d'encadrer les travaux ultérieurs.

Inconvénients des cartes des effets cumulatifs

- Il n'est pas facile de classer les zones par priorité selon qu'elles présentent de forts ou de faibles effets.
- Les cartes ne sont pas directement utiles à l'analyse Marxan.
- Du point de vue de la gestion, les cartes ne représentent pas la totalité de l'information et nécessitent des données sous-jacentes aux fins d'une discussion pertinente.

Compte tenu de la manière dont les cotes ont été établies et des incertitudes reconnues, un participant exprime son inquiétude quant au risque lié à l'utilisation des faibles effets pour quelque application que ce soit, et déclare préférer se tromper à propos d'effets élevés plutôt que d'effets faibles. Des mesures peuvent être prises en cas d'effets élevés, mais il convient de vérifier les éléments présentant de faibles effets avant d'agir.

Un participant fait remarquer que certaines des zones à forts effets ne devraient pas être évitées afin d'assurer la protection et la conservation. Il peut s'agir de zones de grande valeur et affectées par des facteurs de stress humains.

Des normes minimales en matière de données peuvent être nécessaires afin de mettre en œuvre la cartographie des effets cumulatifs dans de nouvelles zones, telles que l'Arctique. Si les cotes de vulnérabilité ne sont pas disponibles dans une région, de nouvelles enquêtes d'experts peuvent être réalisées à partir de zéro. Les habitats cartographiés doivent correspondre aux définitions des habitats dans l'évaluation de la vulnérabilité. Des groupes locaux, tels que les populations autochtones, pourraient collaborer à l'élaboration d'une liste d'activités à faire figurer sur une carte et faire en sorte que la carte soit représentative de la base de connaissances d'une région.

Il est envisagé de créer une carte pan-atlantique concernant les régions du MPO. Des experts de différentes régions de l'Est ont été inclus afin d'obtenir une perspective atlantique plus large, permettant l'utilisation de cette matrice de vulnérabilité pour les différentes biorégions du MPO. Cela suppose que les couches de facteurs de stress puissent être obtenues pour la région.

Dans la matrice relative au golfe du Saint-Laurent qui sera publiée prochainement, les composantes cibles sont les espèces, ce qui ne peut être comparé à l'évaluation des habitats. Il serait préférable de mener des analyses distinctes de cartographie des effets cumulatifs pour les espèces et les habitats.

DISCUSSION SUR L'OBJECTIF 3 DU CADRE DE RÉFÉRENCE

Les effets historiques ne sont pas inclus, ce qui pourrait être indiqué dans l'avis scientifique.

Un participant note l'absence de discussion sur la robustesse de la méthode. Une carte sur laquelle peu de facteurs de stress ont été identifiés sera affectée par l'ajout d'autres couches de facteurs de stress. Les auteurs reconnaissent que les effets cumulatifs sur les habitats seront affectés par les changements de données. En appliquant cette méthode, l'objectif est d'obtenir une vision holistique du plus grand nombre possible de facteurs de stress. Une application de gestion doit fournir des avertissements sur ce qui est ou n'est pas représenté dans les informations présentées.

Un participant déclare que les résultats devaient être interprétés dans les limites de la méthode elle-même, que l'ajout d'informations supplémentaires modifierait la portée de l'analyse et que celle-ci ne pouvait être comparée à l'application précédente. Étant donné que l'ajout d'informations modifie le champ d'application, l'évaluation de la robustesse du résultat final n'est pas aussi simple que la comparaison des résultats de deux ensembles d'informations. Les auteurs répondent que si les besoins en informations des futurs processus de planification spatiale marine sont actuellement inconnus, les cartes des effets cumulatifs peuvent soutenir ces décisions de planification. Les résultats de la cartographie des effets cumulatifs peuvent être affectés par deux catégories possibles de changements, qu'il convient de distinguer l'une de l'autre. Les voici :

- Changements temporels. Avec le même champ d'application et les mêmes facteurs de stress, mais en tenant compte des changements au fil du temps, certaines choses s'amélioreront et d'autres empireront.
- Mises à jour. De nouvelles couches de facteurs de stress et de nouvelles informations sur l'habitat affecteront les résultats.

Un participant note que le document de travail et les applications précédentes ont fait état d'incertitude dans les résultats du modèle de CEC dérivés des analyses de sensibilité, et demande quelle est la valeur de la sensibilité dans les pondérations de la vulnérabilité ou l'ensemble des analyses de sensibilité utilisées. Les auteurs indiquent qu'ils travaillent sur la manière d'appliquer la sensibilité aux cartes aux fins de la PSM et qu'ils n'ont pas encore toutes les réponses. Les cartes sont utilisées à l'échelle mondiale, ce qui permet de se faire une idée de la manière dont le reste du monde travaille. On devrait en savoir plus l'année prochaine.

Un participant demande si le document de travail doit indiquer un plan lorsque des analyses de sensibilité ne sont pas effectuées, mais devraient l'être. Les auteurs hésitent à inclure ce point dans le document de travail, mais admettent que l'avis scientifique pourrait inclure une recommandation qui permettrait de ne pas avoir à s'engager pleinement, compte tenu des incertitudes.

RÉCAPITULATION DE LA DEUXIÈME JOURNÉE

La présidente présente une liste de révisions concernant le document de travail que les auteurs ont dressée selon la rétroaction reçue les deux premiers jours. La présidente note les mises à jour et révisions supplémentaires des participants. Les participants se disent satisfaits de la liste. Après intégration des changements proposés, les participants acceptent que le document de travail soit transformé en document de recherche.

PUBLICATIONS PRÉVUES ET PROCHAINES ÉTAPES

La présidente explique la disposition des sections du projet d'avis scientifique. La présidente invite les participants à fournir leurs propres points saillants afin de compléter ceux qui ont déjà été rédigés. Les participants se concertent afin de suggérer des mises à jour et des révisions des points saillants et parviennent à un consensus sur l'avis scientifique. Le reste de l'avis scientifique sera complété et distribué aux participants pour commentaires éditoriaux uniquement, sans modification de l'avis scientifique basé sur le consensus.

Le document de travail sera révisé sur la base des révisions discutées au cours de cette réunion et sera finalement publié en tant que document de recherche.

Le compte rendu sera complété et diffusé pour commentaires.

ANNEXE 1: CADRE DE RÉFÉRENCE

Cartographie des effets cumulatifs et vulnérabilité des écosystèmes marins à de multiples facteurs de stress anthropiques

Réunion sur les avis scientifique nationale – Région de la capitale nationale

Du 29 au 30 novembre et le 2 décembre 2021

Réunion virtuelle

Présidente : Tana Worcester

Contexte

Le programme de planification spatiale marine de Pêches et Océans Canada (MPO) a besoin d'une méthode standard afin de représenter les différentes utilisations anthropiques des écosystèmes marins et leurs effets écologiques cumulatifs dans les eaux marines canadiennes. Il est proposé d'utiliser une méthode semi-quantitative existante et publiée pour la cartographie des effets cumulatifs (Halpern *et al.* 2008) qui représente spatialement les effets additifs des activités anthropiques et des facteurs de stress sur les écosystèmes marins. La méthode décrite dans Halpern *et al.* (2008) transforme la distribution et l'intensité des activités humaines et les facteurs de stress qui leur sont associés en une seule mesure permettant d'afficher les effets relatifs au sein des régions et des écosystèmes. Cette méthode est bien établie et a été appliquée à l'échelle mondiale (Halpern *et al.* 2007; Halpern *et al.* 2015; Halpern *et al.* 2008) et à l'échelle régionale dans le Pacifique canadien (Ban *et al.* 2010; Clarke Murray *et al.* 2015a; Clarke Murray *et al.* 2015b; Singh *et al.* 2020), en Californie (Halpern *et al.* 2009), au Massachusetts (Kappel *et al.* 2012a), à Hawaï (Selkoe *et al.* 2009), dans l'Arctique (Afflerbach *et al.* 2017; Andersen *et al.* 2017), dans la mer Baltique (Andersen *et al.* 2015) et dans la mer Méditerranée et la mer Noire (Micheli *et al.* 2013).

La méthode utilise un modèle d'effets cumulatifs spatialement explicite afin de relier l'empreinte des activités humaines et les effets potentiels sur les habitats à l'aide de paramètres de la vulnérabilité (Halpern *et al.* 2008; Teck *et al.* 2010; Kappel *et al.* 2012b). Pour ce faire, trois sources de données sont nécessaires : 1) la répartition spatiale et l'intensité des activités humaines (p. ex. la pêche, la navigation, les sites industriels), 2) la répartition spatiale des classes d'habitats marins (p. ex. les récifs rocheux, les zones pélagiques peu profondes, la zostère), 3) une matrice des cotes de vulnérabilité pour quantifier les effets relatifs de chaque facteur de stress sur chaque classe d'habitat. La méthode a été appliquée dans le Pacifique canadien (Ban *et al.* 2010; Clarke Murray *et al.* 2015a; Clarke Murray *et al.* 2015b; Singh *et al.* 2020), et est en cours dans la région des Maritimes, mais elle n'a pas été évaluée pour être utilisée par le MPO.

La matrice de vulnérabilité utilisée dans la cartographie des effets cumulatifs n'a pas non plus été évaluée formellement par le MPO. La vulnérabilité (ou sensibilité) des composantes de l'écosystème aux facteurs de stress ou aux menaces est un élément clé de toute évaluation environnementale, et est de plus en plus utilisée dans les études des effets sur l'environnement, les évaluations et la cartographie des effets cumulatifs. La vulnérabilité évalue les différences dans la façon dont les écosystèmes réagissent aux facteurs de stress, que la seule cartographie des emplacements des activités ou des facteurs de stress ne permet pas toujours de prendre en compte. Les cotes de vulnérabilité des habitats ou des espèces peuvent être calculées de diverses manières, mais elles sont généralement composées de combinaisons de variables telles que l'échelle spatiale, la fréquence des facteurs de stress, les effets fonctionnels, la résistance au changement et le temps de récupération (Halpern *et al.* 2007; Teck *et al.* 2010). Les matrices des cotes de vulnérabilité utilisées dans les études publiées de cartographie des effets cumulatifs axées sur la méthode Halpern proviennent toutes d'une seule

étude par jugements d'experts pour la région du courant de Californie (Teck *et al.* 2010), modifiée pour être appliquée dans d'autres régions. Le présent processus d'examen par les pairs impliquera l'évaluation des matrices de vulnérabilité existantes et publiées pour le Pacifique et l'Atlantique canadiens (Clarke Murray *et al.* 2015b; Teck *et al.* 2010; Kappel *et al.* 2012b), et leur révision au besoin afin de mieux refléter les classes d'habitats au Canada et les facteurs de stress auxquels celles-ci sont exposées.

L'avis découlant de cet examen régional par les pairs du Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS) sera utilisé pour étayer les processus de planification spatiale marine. La méthode de cartographie des effets cumulatifs élargit encore la série d'outils d'évaluation des effets cumulatifs dont dispose le MPO. Cette étude offre l'occasion d'intégrer les meilleures données scientifiques disponibles à la façon dont le MPO évalue l'étendue spatiale et l'intensité des effets cumulatifs des activités humaines sur les écosystèmes marins.

Objectifs

Un processus d'examen par les pairs est nécessaire en vue d'évaluer une méthode établie de cartographie des effets cumulatifs et valider les cotes de vulnérabilité figurant dans les matrices de vulnérabilité correspondantes. Le document de travail sera passé en revue et servira de fondement aux discussions et à l'avis sur les objectifs énumérés ci-dessous :

1. Examiner les cotes dans les matrices de vulnérabilité du Pacifique et de l'Atlantique et recommander des révisions de certaines d'entre elles, le cas échéant.
2. Évaluer la méthode de cartographie des effets cumulatifs en vue de déterminer si ses résultats sont utiles pour la planification spatiale marine et d'autres programmes de conservation.
3. Déterminer les zones d'incertitude et les lacunes dans les connaissances.

Publications attendues

- Avis scientifique
- Compte rendu
- Document de recherche

Participation prévue

- Pêches et Océans Canada (Sciences des écosystèmes et des océans, Planification et conservation marines)
- Milieu universitaire
- Organisations non gouvernementales de l'environnement
- Autres experts invités

Références

- Afflerbach, J.C., Yocum, D., and Halpern, B.S. 2017. Cumulative human impacts in the Bering Strait Region. *Ecosystem Health and Sustainability* 3(8): 1379888. doi:10.1080/20964129.2017.1379888.
- Andersen, J.H., Halpern, B.S., Korpinen, S., Murray, C., and Reker, J. 2015. [Baltic Sea biodiversity status vs. cumulative human pressures](#). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 161: 88-92.

-
- Andersen, J.H., Berzaghi, F., Christensen, T., Geertz-Hansen, O., Mosbech, A., Stock, A., Zinglarsen, K.B., and Wisz, M.S. 2017. [Potential for cumulative effects of human stressors on fish, sea birds and marine mammals in Arctic waters](#). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **184**: 202-206.
- Ban, N.C., Alidina, H.M., and Ardron, J.A. 2010. [Cumulative impact mapping: Advances, relevance and limitations to marine management and conservation, using Canada's Pacific waters as a case study](#). *Marine Policy* **34**(5): 876-886.
- Clarke Murray, C., Agbayani, S., and Ban, N.C. 2015a. Cumulative effects of planned industrial development and climate change on marine ecosystems. *Global Ecology and Conservation* **4**: 110-116.
- Clarke Murray, C., Agbayani, S., Alidina, H.M., and Ban, N.C. 2015b. [Advancing marine cumulative effects mapping: An update in Canada's Pacific waters](#). *Marine Policy* **58**: 71-77.
- Halpern, B.S., Selkoe, K.A., Micheli, F., and Kappel, C.V. 2007. Evaluating and ranking the vulnerability of global marine ecosystems to anthropogenic threats. *Conservation Biology* **21**(5): 1301-1315. doi:10.1111/j.1523-1739.2007.00752.x.
- Halpern, B.S., Kappel, C.V., Selkoe, K.A., Micheli, F., Ebert, C.M., Kontgis, C., Crain, C.M., Martone, R.G., Shearer, C., and Teck, S.J. 2009. Mapping cumulative human impacts to California Current marine ecosystems. *Conservation Letters* **2**(3): 138-148. doi:10.1111/j.1755-263X.2009.00058.x.
- Halpern, B.S., Frazier, M., Potapenko, J., Casey, K.S., Koenig, K., Longo, C., Lowndes, J.S., Rockwood, R.C., Selig, E.R., and Selkoe, K.A. 2015. Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. *Nature communications* **6**(1): 1-7.
- Halpern, B.S., Walbridge, S., Selkoe, K.A., Kappel, C.V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J.F., Casey, K.S., Ebert, C., Fox, H.E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H.S., Madin, E.M.P., Perry, M.T., Selig, E.R., Spalding, M., Steneck, R., and Watson, R. 2008. A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. *Science* **319**(5865): 948-952. doi:10.1126/science.1149345.
- Micheli, F., Halpern, B.S., Walbridge, S., Ciriaco, S., Ferretti, F., Fraschetti, S., Lewison, R., Nykjaer, L., and Rosenberg, A.A. 2013. Cumulative Human Impacts on Mediterranean and Black Sea Marine Ecosystems: Assessing Current Pressures and Opportunities. *PLOS ONE* **8**(12): e79889. doi:10.1371/journal.pone.0079889.
- Selkoe, K.A., Halpern, B.S., Ebert, C., Franklin, E., Selig, E.R., Casey, K.S., Bruno, J., and Toonen, R.J. 2009. A map of human impacts to a "pristine" coral reef ecosystem, the Papahānaumokuākea Marine National Monument. *Coral Reefs* **28**(3): 635-650.
- Singh, G.G., Eddy, I.M.S., Halpern, B.S., Neslo, R., Satterfield, T., and Chan, K.M.A. 2020. Mapping cumulative impacts to coastal ecosystem services in British Columbia. *PLOS ONE* **15**(5): e0220092. doi:10.1371/journal.pone.0220092.
- Teck, S.J., Halpern, B.S., Kappel, C.V., Micheli, F., Selkoe, K.A., Crain, C.M., Martone, R., Shearer, C., Arvai, J., Fischhoff, B., Murray, G., Neslo, R., and Cooke, R. 2010. Using expert judgment to estimate marine ecosystem vulnerability in the California Current. *Ecological Applications* **20**(5): 1402-1416. doi:10.1890/09-1173.1.

ANNEXE 2 : ORDRE DU JOUR

Secrétariat canadien des avis scientifiques

Processus national d'examen par les pairs

Cartographie des effets cumulatifs et vulnérabilité des écosystèmes marins à de multiples facteurs de stress anthropiques

Les 29 et 30 novembre et le 2 décembre 2021

Réunion virtuelle

Présidente : Tana Worcester

JOUR 1 – Lundi 29 novembre

Heure (EST)	Sujet	Présentateur
11 h	Présentations Examen de l'ordre du jour et gestion interne Aperçu et procédures du SCAS	Présidente
11 h 20	Examen du cadre de référence	Présidente
11 h 30	Mise en contexte	Client
11 h 45	Présentation du document de travail, y compris les questions de clarification	Auteurs
12 h 45	PAUSE SANTÉ	
13 h 15	Présentations des évaluateurs (10 à 15 minutes par évaluateur) et discussion	Évaluateurs
14 h 30	Discussion sur l'objectif 1 du cadre de référence – Examen de la matrice de vulnérabilité du Pacifique	Tous les participants
15 h	Levée de la séance	

JOUR 2 – Mardi 30 juin

Heure (EST)	Sujet	Présentateur
11 h	Récapitulation de la première journée	Présidente
11 h 15	Discussion sur l'objectif 1 du cadre de référence – Examen de la matrice de vulnérabilité du Pacifique	Tous les participants
11 h 45	Discussion sur l'objectif 1 du cadre de référence – Examen de la matrice de vulnérabilité de l'Atlantique	Tous les participants
12 h 45	PAUSE SANTÉ	
13 h 15	Discussion de l'objectif 2 du cadre de référence – Utilité de la méthode de cartographie des effets cumulatifs pour la planification spatiale marine et d'autres programmes de conservation	Tous les participants
14 h	Discussion de l'objectif 3 du cadre de référence – Identifier les zones d'incertitude et les lacunes en matière de connaissances	Tous les participants

Heure (EST)	Sujet	Présentateur
15 h	Levée de la séance	

Jour 3 – Jeudi 2 décembre

Heure (EST)	Sujet	Présentateur
11 h	Récapitulation de la deuxième journée	Présidente
11 h 15	Projet d'avis scientifique – Examiner le projet d'avis scientifique avec les participants	Présidente
12 h	Élaboration d'un avis scientifique comprenant un consensus sur les questions suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • Points saillants • Sources d'incertitude • Résultats et conclusions 	Tous les participants
13 h	PAUSE SANTÉ	
13 h 30	Élaboration d'un avis scientifique comprenant un consensus sur les questions suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • Points saillants • Sources d'incertitude • Résultats et conclusions 	Tous les participants
14 h 30	Prochaines étapes : <ul style="list-style-type: none"> • Processus d'examen et d'approbation de l'avis scientifique et calendrier • Échéanciers relatifs au document de recherche et au compte rendu Autres mesures de suivi ou engagements (<i>au besoin</i>)	Présidente
15 h	Levée de la réunion	

ANNEXE 3 : LISTE DES PARTICIPANTS

Nom	Organisme d'appartenance
Agbayani, Selina	Pêches et Océans Canada
Archer, Stephanie	Louisiana Universities Marine Consortium
Beauchesne, David	Université Laval
Bundy, Alida	Pêches et Océans Canada
Chassé, Joël	Pêches et Océans Canada
Cormier, Roland	Pêches et Océans Canada
Gagliardi, Kayla	Pêches et Océans Canada
Giangioppi, Martine	Pêches et Océans Canada
Guyondet, Thomas	Pêches et Océans Canada
Hunt, Heather	Université du Nouveau-Brunswick
Kelly, Noreen	Pêches et Océans Canada
Kristmanson, James	Pêches et Océans Canada
Lévesque, David	Pêches et Océans Canada
Longtin, Caroline	Pêches et Océans Canada
Martone, Rebecca	Fondation Tula
Metaxas, Anna	Université de Dalhousie
Morris, Corey	Pêches et Océans Canada
Murillo-Perez, Javier	Pêches et Océans Canada
Murphy, Grace	Pêches et Océans Canada
Murray, Cathryn	Pêches et Océans Canada
Nelson, Jocelyn	Pêches et Océans Canada
Niemi, Andrea	Pêches et Océans Canada
Pretty, Christina	Pêches et Océans Canada
Robb, Carrie	Pêches et Océans Canada
Rubidge, Emily	Pêches et Océans Canada
Sonier, Remi	Pêches et Océans Canada
Tuen, Alex	Pêches et Océans Canada
White, Hilary	Pêches et Océans Canada
Worcester, Tana	Pêches et Océans Canada