



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences des écosystèmes
et des océans

Ecosystems and
Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)

Compte rendu 2019/020

Région du Pacifique

Compte rendu de l'examen par les pairs régional du Pacifique sur l'Évaluation des effets cumulatifs sur les populations d'épaulards résidents du nord et du sud dans le Pacifique Nord-Est

**Du 12 au 13 mars 2019
Nanaimo (Colombie-Britannique)**

**Président : Gilles Olivier
Rapporteur : Jocelyn Nelson**

Station biologique du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (C.-B.) V9T 6N7

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 de consultation scientifique
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

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



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2019
ISSN 2292-4264

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2019. Compte rendu de l'examen par les pairs régional du Pacifique sur l'Évaluation des effets cumulatifs sur les populations d'épaulards résidents du nord et du sud dans le Pacifique Nord-Est; du 12 au 13 mars 2019. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2019/020.

Also available in English:

DFO. 2019. *Proceedings of the Pacific regional peer review on Cumulative Effects Assessment for Northern and Southern Resident Killer Whale Populations in the Northeast Pacific; March 12-13, 2019. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2019/020.*

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	v
INTRODUCTION	1
EXAMEN.....	3
JOUR 1	3
PRÉSENTATION : APERÇU DU DOCUMENT DE TRAVAIL.....	3
Présentatrice : Cathryn Clarke Murray.....	3
DISCUSSION : APERÇU DU DOCUMENT DE TRAVAIL	3
PRÉSENTATION : MODÈLE DES SÉQUENCES DES EFFETS	4
Présentatrice : Lucie Hannah	4
DISCUSSION : MODÈLE DES SÉQUENCES DES EFFETS.....	4
Questions générales	4
Disponibilité des proies	4
Perturbations acoustiques	5
Perturbations physiques.....	5
Contaminants.....	6
PRÉSENTATION DES EXAMENS ÉCRITS : SÉQUENCES DES EFFETS	7
Examinatrice : Miriam O	7
Examineurs : Misty MacDuffee et Paul Paquet, présenté par Misty MacDuffee.....	7
DISCUSSION : SÉQUENCES DES EFFETS.....	8
PRÉSENTATION D'UN EXAMEN ÉCRIT DE L'ENSEMBLE DU DOCUMENT DE TRAVAIL.	9
Examinatrice : Miriam O	9
DISCUSSION SUR L'EXAMEN ÉCRIT	10
PRÉSENTATION : ANALYSE DE LA VIABILITÉ DE LA POPULATION.....	10
Présentatrice : Cathryn Clarke Murray.....	10
DISCUSSION GÉNÉRALE.....	10
Méthode de modélisation	11
Population d'épaulards résidents.....	11
Prélèvements aux fins d'exposition dans des aquariums.....	12
Abondance des proies.....	12
Perturbations (présence et bruit des navires)	16
Perturbations (collisions avec des navires).....	19
Contaminants.....	20
Effets cumulatifs.....	20
JOUR 2.....	21

LE POINT SUR LE JOUR 1	21
PRÉSENTATION : ANALYSE DE LA VIABILITÉ DE LA POPULATION (SUITE)	24
Présentatrice : Cathryn Clarke Murray	24
DISCUSSION.....	24
Effets cumulatifs.....	24
PRÉSENTATION DES EXAMENS ÉCRITS : ANALYSE DE LA VIABILITÉ DE LA POPULATION.....	26
Miriam O	26
Misty MacDuffee	26
DISCUSSION AU SUJET DU CADRE DE RÉFÉRENCE.....	27
Point 1 du cadre de référence.	27
Point 2 du cadre de référence.	27
Point 3 du cadre de référence.	30
AVIS SCIENTIFIQUES ET CONCLUSIONS DE LA RÉUNION.....	30
REMERCIEMENTS	31
RÉFÉRENCES CITÉES.....	32
ANNEXE A : CADRE DE RÉFÉRENCE.....	33
ANNEXE B : RÉSUMÉ DU DOCUMENT DE TRAVAIL.....	37
ANNEXE C : ORDRE DU JOUR	38
ANNEXE D : EXAMENS DU DOCUMENT DE TRAVAIL	41
EXAMINATRICE : MIRIAM O, PÊCHES ET OCÉANS CANADA	41
EXAMINATEURS : MISTY MACDUFFEE, RAINCOAST CONSERVATION FOUNDATION ET PAUL PAQUET, UNIVERSITÉ OF VICTORIA ET RAINCOAST CONSERVATION FOUNDATION	47
ANNEXE E : LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION.....	55

SOMMAIRE

Une réunion régionale d'examen par les pairs du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) de Pêches et Océans Canada (MPO) s'est tenue du 12 au 13 mars 2019 à la Station biologique du Pacifique à Nanaimo pour examiner un document de travail portant sur une évaluation des effets cumulatifs sur les populations d'épaulards résidents du nord et du sud du Pacifique Nord-Est. Le présent document contient un résumé des présentations ainsi qu'un compte rendu des discussions et des conclusions de la réunion.

Au nombre des participants en personne et par conférence Web, on comptait des membres du personnel du Secteur des sciences et du Secteur de la gestion des ressources (espèces en péril) du MPO, ainsi que des représentants d'Environnement et Changement climatique Canada, des Premières Nations Maa-nulth, de la Chicago Zoological Society, de la Raincoast Conservation Foundation, de la Georgia Strait Alliance, du Center for Whale Research, WA, de l'Université de la Colombie-Britannique, de l'Université Simon Fraser et de l'Université de Victoria.

L'avis scientifique et le document de recherche découlant de cette réunion seront rendus publics sur le site Web du [Secrétariat canadien de consultation scientifique](#) (SCCS).

INTRODUCTION

Une réunion d'examen par les pairs régional du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) de Pêches et Océans Canada (MPO) s'est tenue du 12 au 13 mars 2019 à la Station biologique du Pacifique à Nanaimo, pour examiner l'évaluation des effets cumulatifs sur les populations d'épaulards résidents du nord et du sud du Pacifique Nord-Est.

Le cadre de référence pour le présent examen scientifique (annexe A) a été élaboré en réponse à une demande d'avis scientifique émanant du Programme sur les espèces en péril du MPO. Les avis de réunion et les conditions de participation ont été envoyés à des représentants des Premières Nations, des organisations non gouvernementales de l'environnement et du milieu universitaire qui possédaient une expertise pertinente.

Le document de travail suivant a été préparé et mis à la disposition des participants à la réunion avant celle-ci (résumé du document de travail fourni à l'annexe B) :

Évaluation des effets cumulatifs des populations d'épaulards résidents du nord et du sud dans le Pacifique Nord-Est, par Cathryn Clarke Murray, Lucie Hannah, Thomas Doniol-Valcroze, Brianna Wright, Eva Stredulinsky, Andrea Locke et Robert Lacy. Document de travail du SCCS 2017SAR01

Les participants ont également reçu des copies du cadre de référence (annexe A), de l'ordre du jour (annexe C), des examens écrits (annexe D) et de la liste des participants (annexe E).

Le président de la réunion, Gilles Olivier, souhaite la bienvenue aux participants, passe en revue le rôle du SCCS dans la prestation d'avis évalués par les pairs et donne un aperçu général du processus du SCCS. Le président discute du rôle des participants, de l'objet des diverses publications de la réunion d'examen par les pairs régional (avis scientifique, compte rendu et document de recherche), ainsi que de la définition et du processus à suivre pour parvenir à des décisions et à des avis consensuels. Chaque personne est invitée à participer pleinement à la discussion et à faire part de ses connaissances pendant le processus, dans le but de formuler des conclusions et des avis défendables sur le plan scientifique. Les participants confirment qu'ils ont tous reçu des copies du cadre de référence, du document de travail et de l'ébauche de l'avis scientifique (AS).

Le président passe en revue l'ordre du jour (annexe C) et le cadre de référence (annexe A) de la réunion, en soulignant les objectifs. Il passe ensuite en revue les règles de base et le processus d'échange durant la réunion, en rappelant aux participants que la réunion sert d'examen scientifique et non de consultation. La salle est équipée de microphones pour permettre la participation à distance par conférence Web, et on rappelle aux participants en personne de répondre aux commentaires et aux questions de façon à ce que les participants en ligne les entendent.

On rappelle aux membres que tous les participants à la réunion sont sur un pied d'égalité en tant que participants et qu'ils sont censés apporter leur contribution au processus d'examen s'ils ont des renseignements ou des questions concernant le document de travail faisant l'objet des discussions. Au total, 32 personnes ont participé à l'examen par les pairs régional (annexe E). Jocelyn Nelson est désignée rapporteur de la réunion.

On informe les participants que Miriam O, Misty MacDuffee et Paul Paquet ont été invités avant la réunion à fournir un examen écrit détaillé du document de travail afin d'aider tous les participants à la réunion d'examen par les pairs. De même, Miriam O, Misty MacDuffee et Paul Paquet ont fourni un examen écrit du document de travail, dont les participants ont reçu une copie.

Les conclusions et les avis découlant de cet examen seront fournis sous la forme d'un avis scientifique au Secteur de la gestion des ressources du Programme sur les espèces en péril afin d'éclairer la planification du rétablissement des épaulards résidents du nord et du sud visés par la Loi sur les espèces en péril (LEP). L'avis scientifique et le document de recherche à l'appui seront rendus publics sur le site Web du [Secrétariat canadien de consultation scientifique](#) (SCCS).

EXAMEN

Document de travail : Évaluation des effets cumulatifs des populations d'épaulards résidents du nord et du sud dans le Pacifique Nord-Est, par Cathryn Clarke Murray, Lucie Hannah, Thomas Doniol-Valcroze, Brianna Wright, Eva Stredulinsky, Andrea Locke et Robert Lacy. WP2017SAR01

Rapporteur : Jocelyn Nelson

Présentateurs : Cathryn Clarke Murray, Lucie Hannah

JOUR 1

PRÉSENTATION : APERÇU DU DOCUMENT DE TRAVAIL

Les auteurs présents comprennent C. Clarke Murray, L. Hannah, T. Doniol-Valcroze, B. Wright et E. Stredulinsky. C. Clarke Murray fait une présentation orale qui résume le document de travail. Le résumé du document de travail figure à l'annexe B.

Présentatrice : Cathryn Clarke Murray

Cathryn Clarke Murray présente l'évaluation des effets cumulatifs sur les épaulards résidents du nord et du sud. Cette présentation porte sur les populations d'épaulards résidents du sud et du nord, les trajectoires tirées des données provenant du recensement, et les menaces qui pèsent sur les épaulards résidents. La présentatrice décrit également les meilleures façons d'évaluer les effets cumulatifs au moyen de discussions et de travaux antérieurs, et passe en revue la portée de l'étude (menaces principales seulement, excluant les événements à faible probabilité et à conséquences élevées, changements futurs des activités anthropiques, mesures d'atténuation potentielles ou mesures de gestion). Cette évaluation des effets cumulatifs s'est faite en deux étapes : un modèle des séquences des effets (SE) suivi d'une analyse de la viabilité de la population (AVP). Cathryn Clarke Murray rappelle aux membres du groupe qu'ils se sont réunis pour améliorer le document de travail et que les auteurs accueillent leurs commentaires avec plaisir.

DISCUSSION : APERÇU DU DOCUMENT DE TRAVAIL

Un participant demande pourquoi les analyses ont été effectuées à l'échelle de la population (épaulard résident du sud et épaulard résident du nord) plutôt qu'à l'échelle du groupe familial ou du matrilignage, étant donné qu'il est possible que leurs trajectoires et leurs dynamiques soient différentes. Les auteurs répondent que les programmes de rétablissement et les plans d'action en vertu de la LEP sont axés sur le niveau de la population, alors les objectifs du document de travail y correspondent afin que l'évaluation soit la plus utile possible pour le client. De plus, en raison du croisement, il n'est pas certain que l'on puisse traiter les groupes familiaux comme des populations distinctes, et bon nombre des effets inclus dans le modèle se produisent à l'échelle de la population (p. ex. la capacité de charge). Cependant, le modèle de viabilité de la population est basé sur les individus et suit des règles établies pour reproduire ce qui se passe dans la nature, et les renseignements sur les groupes familiaux sont propres aux individus et peuvent constituer des données d'entrée et de sortie du modèle. Les auteurs font remarquer que les analyses à l'échelle du groupe familial dépassent la portée du modèle actuel, mais qu'ils vont indiquer clairement dans le texte que le modèle comprend des renseignements sur les groupes familiaux.

L'un des examinateurs se déclare très satisfait de la réflexion et du travail qui ont été consacrés à ce document de travail, qui comprenait la mise à jour des données et une nouvelle analyse de celles-ci.

PRÉSENTATION : MODÈLE DES SÉQUENCES DES EFFETS

Présentatrice : Lucie Hannah

Lucie Hannah présente la première étape de l'évaluation des effets cumulatifs, à savoir le modèle des séquences des effets (SE). Les modèles des SE sont qualifiés d'outils précieux, car ils fournissent une base scientifique qui éclaire les évaluations. La présentatrice souligne que le modèle des SE avait pour objectif de définir la structure des menaces et d'élucider les voies de liaison entre les menaces et les paramètres de la population (tels que la fécondité et la mortalité), y compris les interactions des menaces. Le modèle conceptuel des SE est composé d'une représentation visuelle des voies de liaison des menaces, accompagnée d'un texte de justification à l'appui. La présentatrice mentionne qu'elle accueille volontiers toute contribution des experts présents dans la salle qui pourraient en savoir plus sur la documentation ou les données pertinentes qui permettraient de préciser le modèle conceptuel. Elle fait remarquer qu'il existe d'autres menaces déterminées par la LEP qui n'ont pas été incluses dans le modèle des SE en raison de la quantité limitée des données disponibles pour les évaluer.

DISCUSSION : MODÈLE DES SÉQUENCES DES EFFETS

Questions générales

Après la présentation, un participant fait remarquer que les activités à l'origine des menaces ne sont pas incluses dans le modèle des SE, comme on pourrait s'y attendre dans une analyse officielle des effets cumulatifs, que cette évaluation commence au niveau de la menace, et qu'il faudrait reconnaître cette différence. Les auteurs expliquent qu'ils ne disposaient pas de séries chronologiques de données historiques pour toutes les activités nécessaires, de sorte que ce niveau ne pouvait pas être inclus, et font remarquer qu'ils incluront cette explication dans le document de recherche. Ils mentionneront également que cette évaluation visait à mettre l'accent sur les impacts précis des menaces et non sur leur origine, ce qui explique aussi pourquoi cette analyse s'écarte de la méthode traditionnelle. Un participant fait remarquer qu'en raison de l'absence du niveau des activités dans le modèle, il manque un élément lorsqu'on examine les répercussions sur la gestion et la façon de traiter les activités à l'origine des menaces.

Disponibilité des proies

Les participants discutent de la différence entre la disponibilité des proies et l'abondance des proies, notant que l'abondance utilisée dans l'évaluation est fondée sur des documents antérieurs établissant un lien entre l'abondance du saumon quinnat et la fécondité et la mortalité des épaulards. C'est l'abondance des proies et non leur disponibilité qui a servi à paramétrer cet aspect du modèle. Il est plus difficile d'utiliser la disponibilité des proies, car elle se compose de deux éléments : l'abondance des proies et l'accès aux proies (notamment par l'interaction avec la présence ou le bruit des navires et d'autres agents de stress). Les participants demandent que le texte indique clairement que c'est l'abondance des proies et non leur disponibilité qui est utilisée dans l'évaluation, en raison de ces différences.

Un participant souhaite savoir si la production d'écloserie et la pêche sont considérées comme étant des effets anthropiques dans l'information sur l'abondance des proies. Les auteurs expliquent que cet aspect sort de la portée de l'évaluation, mais qu'ils pourraient ajouter une analyse à ce sujet au document. Les écloséries et les pêches sont saisies dans les indices d'abondance des proies utilisés; elles ne sont simplement pas explicitement abordées. La relation entre le saumon et la mortalité dans l'abondance des proies est décalée d'un an, et le chiffre utilisé dans l'AVP correspond à la meilleure estimation du nombre de poissons vulnérables à la pêche au cours de cette année civile plutôt qu'à l'abondance réelle.

On s'inquiète de la répartition des proies à mesure que l'abondance diminue, et on se demande si les auteurs savent si les proies deviennent plus dispersées ou difficiles à trouver pour les épaulards lorsque l'abondance est faible. Les auteurs ne sont au courant d'aucune recherche sur le sujet et déclarent qu'ils vont ajouter cette considération à l'analyse des incertitudes. Un participant pose une question de clarification et demande à quoi l'incertitude entourant les stocks de saumon est liée, et les auteurs expliquent qu'à l'heure actuelle, il n'existe aucune recherche indiquant quelle nourriture les épaulards résidents cherchent à l'extérieur de la mer des Salish.

Perturbations acoustiques

Comme il s'agit de l'une des menaces posées par les navires, on demande des éclaircissements sur les types de bruits des navires et sur la façon dont ils ont été pris en considération (p. ex. sonar). Les auteurs répondent qu'ils espèrent améliorer cette section grâce à la contribution de la recherche en cours; le modèle est actuellement fondé sur l'information provenant d'une étude de Rob Williams sur les petits navires et d'un modèle de perturbation de la population du port de Vancouver. Ces deux études portaient sur l'incidence du bruit des navires sur l'alimentation, mais leur taille et leur portée étaient limitées. Des projets en cours financés par le Plan de protection des océans du MPO examinent également les perturbations acoustiques causées par les navires. Bien qu'il existe des données sur la façon dont le bruit se manifeste dans l'environnement, ses effets sur la fécondité et la mortalité des épaulards résidents ne sont pas connus, et on en sait très peu sur l'effet du bruit sur les proies des épaulards résidents. L'Université de Victoria mène actuellement un projet de recherche sur l'effet du bruit sur les poissons. Les données étaient limitées au moment de la création du modèle, mais de nombreux projets portent sur cette question et, si le modèle est réexaminé dans trois ans, le rôle du bruit sera mieux documenté.

On demande que le texte indique clairement que cette section traite du « bruit des navires » et de la « perturbation causée par les navires », et non de toutes les sources de perturbation acoustique.

Perturbations physiques

Pour les besoins de la présente évaluation, les perturbations physiques sont définies comme les blessures ou les morts résultant de collisions avec des navires. Cependant, il peut être difficile de déterminer la cause de la mortalité, puisque le nombre de carcasses de baleines récupérées en vue d'une nécropsie est limité. Un participant fait remarquer que certaines perturbations physiques autres que les collisions avec les navires pourraient avoir des répercussions. Les participants discutent du tableau de la mortalité (tableau 4 du document de travail : Chronologie des cas connus de collisions avec des navires ayant causé des blessures chez des épaulards résidents du nord et du sud) et soulignent l'absence de la femelle L112. Les participants confirment que la mortalité par traumatisme contondant de l'animal L112 est concluante, et les auteurs remercient le groupe et acceptent d'ajouter cette donnée dans le document de travail (cet individu figurait déjà dans le tableau, mais n'était pas désigné L112).

Les participants discutent de la difficulté qu'il y a à faire la distinction entre la réaction des épaulards au bruit des navires et leur réaction à la présence des navires. Le fait de imiter les perturbations physiques aux collisions et à leur évitement pourrait entraîner l'omission de la perturbation des poursuites. Il se peut que les épaulards résidents doivent abandonner une poursuite en raison de la présence d'un navire. Les auteurs affirment que l'interaction avec les proies peut inclure les perturbations physiques et proposent de rendre cela explicite dans les documents.

Contaminants

Les seuls contaminants inclus étaient les biphényles polychlorés (BPC), en raison de la disponibilité d'un ensemble de données remontant aux années 1990 et de l'existence de recherches antérieures reliant la contamination par les BPC aux impacts sur la population par la mortalité des baleineaux. L'importance des BPC a également été soulignée parce qu'une analyse documentaire interne, effectuée par contrat en vertu de la LEP, a permis de déterminer qu'ils font partie d'un groupe de contaminants considérés comme très préoccupants pour les épaulards résidents (Van Zandvoort 2019). En outre, une récente évaluation fondée sur les risques pour la santé, portant sur 25 contaminants différents présents chez des épaulards résidents, a révélé que sur le plan de l'exposition chimique globale, les BPC étaient le polluant le plus préoccupant (Gobas et Ross 2017, inédit). D'autres contaminants sont également préoccupants; toutefois, au moment de la rédaction du document, les recherches ou les ensembles de données complets sur d'autres contaminants disponibles n'étaient pas suffisants pour appuyer la détermination des séquences des effets et les liens avec les paramètres de la population.

On se demande si des ajustements ont été apportés pour tenir compte de la variabilité de la charge de contaminants entre les stocks de saumon. Les recherches de Sandra O'Neill révèlent que les contaminants présents dans les différents stocks varient, la charge en BPC étant élevée chez le saumon quinnat de la baie Puget et celui du Fraser en fin de saison. Un participant attire l'attention sur le tableau 10 (indices de mortalité et de fécondité du saumon quinnat utilisés dans chacun des modèles de menaces pour le saumon), qui montre que chaque population d'épaulards résidents s'alimente à partir d'un stock de proies hautement contaminées. Les auteurs répondent que les différents niveaux de contamination des stocks de saumon n'ont pas été pris en compte, parce que la concentration de BPC utilisée provenait de biopsies d'épaulards résidents. Cependant, Tanya Brown (MPO) poursuit des recherches sur les charges de contamination, dont les résultats pourraient être inclus d'ici à quelques années.

Les biopsies ont révélé des niveaux de BPC plus élevés dans le lard des épaulards résidents du sud que dans celui des épaulards résidents du nord, ce qui pourrait indiquer que les premiers consomment davantage de proies contaminées. De plus, lorsque les épaulards résidents ne consomment pas suffisamment de nourriture pour répondre à leurs besoins métaboliques, ils métabolisent la graisse de leur lard contaminé, ce qui libère les contaminants stockés tels que les PCB dans le sang. L'abondance relative des proies étant plus élevée pour la population des épaulards résidents du nord, cette situation moins probable chez ceux-ci. On demande des éclaircissements sur les raisons pour lesquelles les épaulards migrateurs n'ont pas été inclus, puisque les échantillons prélevés par biopsie ont montré qu'ils présentaient un niveau de contamination plus élevé, ce qui pourrait aider à clarifier la relation. Les auteurs répondent que c'est l'une des raisons pour lesquelles ils ont inclus une interaction entre les proies et la contamination : l'une des hypothèses avancées pour expliquer que épaulards migrateurs se portent bien malgré la forte charge de contamination est que cette population a suffisamment de proies et ne métabolise pas la graisse de son petit lard contaminé. Les épaulards migrateurs

pourraient donc être moins touchés les épaulards résidents, puisque les contaminants restent dans la graisse et ne sont pas libérés dans le sang.

PRÉSENTATION DES EXAMENS ÉCRITS : SÉQUENCES DES EFFETS

Examinatrice : Miriam O

Cette examinatrice trouve l'évaluation intéressante en raison de la clarté de la définition des agents de stress et des critères d'effets prioritaires, que l'on ne voit pas souvent dans de telles évaluations. L'inclusion limitée des menaces et la suppression du niveau des activités dans les SE ont focalisé et simplifié la portée. Pour cette examinatrice, la définition du type de SE et de sa contribution à la recherche globale sur les effets cumulatifs par les auteurs est très claire, et les agents de stress et les critères d'effets sont déterminés de façon très claire, et essentielle à la transparence des processus. Les critères d'effets sont l'aspect le plus compliqué dans la création d'un modèle des séquences des effets; c'est pourquoi cette étude est un excellent exemple de la façon d'utiliser les SE.

Les participants discutent des deux modèles (séquences directes et séquences par interaction) qui, selon ce que croit comprendre l'examinatrice, ont été établis par souci de clarté, mais elle souhaitait en savoir plus sur le processus qui justifie le choix de cette méthode. Les auteurs expliquent que le modèle complet des SE correspond au diagramme entier en toile d'araignée, et que, vu la complexité apparente de ce diagramme, il a été illustré en deux figures distinctes pour rendre les liens clairs. En fait, les figures distinctes ne représentent pas deux modèles; le modèle est simplement illustré en deux parties par souci de clarté. Les auteurs signalent qu'ils vont ajouter dans le document une précision indiquant que les deux figures ne correspondent pas à deux modèles des SE distincts, ou qu'ils modifieront la figure en conséquence.

L'examinatrice fait remarquer que le modèle des SE obtenu, qui comprend à la fois les effets directs et les effets par interaction, était assez nouveau et utile pour cerner les lacunes dans les connaissances et les priorités de la recherche. Le modèle des SE et son rôle dans l'évaluation des risques sont bien définis et décrits dans le document de travail. Le modèle des SE contribue directement l'étape suivante de l'évaluation, et l'examinatrice est satisfaite de le constater.

Dans l'ensemble, l'examinatrice comprend qu'il y a beaucoup d'inconnues, mais estime que les auteurs ont fait du bon travail, compte tenu des données disponibles. Elle trouve que le modèle des SE est un excellent moyen de déterminer la portée de l'évaluation et de cerner les lacunes, et qu'il sera utile pour cibler les ressources.

Examineurs : Misty MacDuffee et Paul Paquet, présenté par Misty MacDuffee

Ce groupe d'examineurs trouve que le modèle conceptuel des SE est très important. Les auteurs ont rendu très explicites la façon dont les interactions fonctionnent et les raisons pour lesquelles elles fonctionnent. Les examineurs soulignent que, lorsque les auteurs connaissent bien les sujets, certaines hypothèses ne sont pas toujours bien décrites, mais que les auteurs ont tenu à les rendre explicites dans le document, plutôt qu'implicites.

DISCUSSION : SÉQUENCES DES EFFETS

Les participants discutent des blessures par balle subies par les épaulards. La section 2.3.1 montre que les épaulards étaient régulièrement blessés par balle au cours des années qui ont précédé l'adoption des règlements de protection, et que cela pourrait encore se produire en Alaska. Un participant mentionne la couverture médiatique des nécropsies effectuées sur les baleines échouées et demande si ces données d'autopsie pourraient être utilisées pour évaluer si l'on trouve encore des blessures par balle sur les baleines. Les interactions entre les mammifères marins et les pêches sont également considérées comme un problème important, car la perte d'un ou deux individus pourrait avoir une grande influence sur certaines populations. Les auteurs répondent que les photos historiques des épaulards résidents du nord montrent des signes de blessures par balles, mais que ceux qui travaillent sur le terrain avec la population n'en ont pas vu de traces dans les matrilignages qui sont connus pour interagir avec les pêches. La mortalité par balle est désormais effectivement nulle. Le registre des épaulards résidents du nord assure le suivi des signes de blessures par balle, mais les données n'ont pas été officiellement résumées; les photos archivées au Programme de recherche sur les cétacés peuvent être une source pour ces données.

Les épaulards résidents du sud de l'Alaska présentent encore des signes de blessures par balle, mais on n'a jamais établi que ces blessures avaient causé la mort des corps retrouvés et examinés. À l'heure actuelle, on suppose que la mortalité par balle dans cette population est également nulle. Les auteurs proposent d'indiquer plus clairement l'état actuel des blessures par balle et les résultats des nécropsies dans le texte du document.

Les participants demandent des éclaircissements pour savoir si la définition des perturbations physiques ne comprend que les collisions avec les navires dans le modèle des SE et l'AVP, ou si les composants acoustiques des perturbations y sont également inclus. Les auteurs expliquent que les perturbations physiques causées par les navires ont été examinées dans deux composantes du modèle : les collisions avec les navires et la présence des navires. Les collisions avec les navires ont été liées au taux de mortalité, tandis que la présence des navires est examinée avec les perturbations acoustiques dans le modèle, parce qu'il n'y avait aucun moyen de distinguer les effets de la présence des navires de ceux du bruit des navires. On suggère que le texte du modèle des SE pourrait indiquer plus clairement que la présence des navires est examinée en même temps que les perturbations acoustiques.

Le président demande s'il manque dans le modèle quelque chose qui devrait y être inclus. Un participant demande s'il est possible que les collisions avec les navires soient suffisamment traumatisantes pour influencer la fécondité, mais pas au point de causer la mortalité, puisque la version actuelle ne montre pas de séquence directe entre la menace associée aux perturbations physiques et le taux de natalité. Les auteurs répondent que, sur le plan conceptuel, il est logique d'inclure ce lien, mais que la relation n'a pas pu être quantifiée, parce qu'il n'existe aucune étude directement liée à cette question. Le lien n'a pas été inclus en raison du manque de preuves, mais on pourrait l'ajouter sous forme de note dans la section traitant des incertitudes et des hypothèses. De plus, il est difficile de faire la distinction entre l'interaction avec la présence et le bruit des vaisseaux et la réponse comportementale, de sorte qu'au lieu de tracer une ligne entre la perturbation causée par les navires et le taux de natalité, on a représenté cette interaction sous les perturbations acoustiques, parce que l'interaction entre le bruit chronique et le taux de naissance a été documentée chez d'autres animaux. La présence des navires cause un stress qui n'a pas été bien saisi, mais on a documenté chez d'autres animaux que le stress influe sur le taux de natalité, et les auteurs proposent donc de l'intégrer clairement dans le modèle conceptuel. La démarche consistait à présenter le modèle conceptuel complet des SE, puis un modèle affiné décrivant clairement ce qui pouvait réellement être modélisé dans l'AVP à ce stade et supprimant les liens qui ne pouvaient être

quantifiés. Les auteurs notent qu'ils expliqueront cette démarche plus clairement. On suggère qu'il serait possible de documenter l'incertitude des liens dans le modèle des SE en fonction du type et de la quantité des données, y compris le nombre de documents, les experts consultés et l'utilisation ou non d'approximations pour créer les liens.

Un autre lien qui, de l'avis des participants, pourrait constituer une lacune est le risque de perte de l'habitat d'alimentation due aux perturbations physiques. Les auteurs expliquent que ce risque est inclus dans l'interaction entre les proies et les perturbations, car la présence ou le bruit des navires peuvent empêcher les épaulards résidents d'accéder à des lieux d'alimentation. Les auteurs proposent de rendre cela plus clair dans les justifications, mais il serait difficile de le montrer dans le diagramme, parce que ce risque a été inclus dans la menace des perturbations acoustiques. À l'heure actuelle, les zones perdues ne sont pas représentées, mais on pourrait les ajouter au document. Un participant fait remarquer qu'il y a d'autres éléments de perturbations physiques que les navires et demande qu'une phrase fasse état de ce fait.

Quelqu'un suggère d'ajouter au document une figure qui montre les liens supprimés dans le modèle des SE, essentiellement la figure 9 (Modèle conceptuel modifié de SE pour les populations d'épaulards résidents, utilisé pour l'analyse de la viabilité de la population) indiquant les liens supprimés, en expliquant pourquoi chacun d'eux a été supprimé pour améliorer la clarté.

Un participant demande si les auteurs ont envisagé d'utiliser les données sur d'autres espèces lorsque les données sur les épaulards n'étaient pas disponibles pour un lien. Les auteurs répondent que lorsque des données pertinentes étaient disponibles, ils les ont utilisées.

Le président demande s'il y a d'autres commentaires sur le modèle des SE, mais personne n'en formule d'autre.

PRÉSENTATION D'UN EXAMEN ÉCRIT DE L'ENSEMBLE DU DOCUMENT DE TRAVAIL

Examinatrice : Miriam O

Cette examinatrice indique que les auteurs ont fait un excellent travail dans ce document. La méthode est bien étudiée et bien pensée, fondée sur des recherches antérieures, rigoureuse et claire. Elle félicite les auteurs de s'être appuyés sur les travaux passés et d'avoir mentionné leurs sources.

L'examinatrice formule quelques commentaires sur la possibilité d'utiliser la méthode pour éclairer les processus décisionnels de la direction. Le processus décisionnel et la façon dont les données scientifiques éclairent les décisions sont essentiels. Ce document est un très bon exemple d'intégration de l'information. Quelques questions restent en suspens après la lecture du document de travail :

- Existe-t-il un processus de décision structuré, et où s'inscrit-il?
- Quel élément d'un modèle décisionnel structuré (MDS) cela aborde-t-il?

M^{me} O insiste sur la nécessité des modèles décisionnels structurés soient élaborés conjointement par la direction et les scientifiques, afin que les questions puissent être traitées directement et que la direction du MPO comprenne ce que le Secteur des sciences du MPO peut et ne peut pas évaluer.

On note que les mesures de rétablissement (MR) prises en vertu de la LEP ne sont pas indépendantes. La démarche proposée et les résultats de la MR 11 pourraient-ils servir à

éclairer quelques-unes des autres mesures? En se concentrant sur le processus (MDS), on pourrait voir comment la MR 11 pourrait s'intégrer aux MR 6 et 17. L'examinatrice observe que les objectifs du plan d'action établi en vertu de la LEP donnent un objet clair à l'évaluation.

Elle fait remarquer que les méthodes à utiliser varient en fonction de l'objectif visé. Il n'existe pas de démarche unique pour l'évaluation des effets cumulatifs. L'examinatrice constate que cette méthode est une bonne démonstration d'un outil qui entre dans la boîte à outils de l'évaluation des effets cumulatifs. Le tour d'horizon se termine par une question : serait-il avantageux de préciser si l'AVP pourrait être étendue à un modèle communautaire ou écosystémique?

DISCUSSION SUR L'EXAMEN ÉCRIT

Un participant demande à l'examinatrice comment la direction peut procéder concernant l'application des moyens d'action, étant donné l'absence des activités dans le cadre. L'examinatrice répond que l'un des principaux avantages des modèles de SE, est le fait que ce sont de bons outils de communication. Même en l'absence d'informations précises, cet outil peut servir à éclairer la direction. Les clients devront décider comment utiliser cette méthode d'évaluation.

Le président demande s'il reste des questions sur le modèle de SE., et il n'y en a pas.

PRÉSENTATION : ANALYSE DE LA VIABILITÉ DE LA POPULATION

Présentatrice : Cathryn Clarke Murray

Cathryn Clarke Murray décrit la deuxième étape de l'évaluation des effets cumulatifs, soit l'analyse de la viabilité de la population (AVP). Dans cette section de sa présentation, elle décrit la méthode de modélisation et la façon dont elle a été choisie, les différentes trajectoires modélisées des populations d'épaulards résidents et leurs sources de données, ainsi que les scénarios des menaces individuelles et cumulatives constituées par les prélèvements aux fins d'exposition dans les aquariums, l'abondance des proies, le bruit ou la présence des navires, les collisions avec les navires et les contaminants.

DISCUSSION GÉNÉRALE

Les participants demandent pourquoi l'année 1979 a été choisie comme date de début. Les auteurs expliquent que les données sur le cycle biologique des épaulards résidents remontent à 1973-1974 pour les deux populations, mais que les données sur le saumon quinnat ne commencent qu'en 1979.

Un participant demande que le taux de croissance de base adapté à partir des données sur les épaulards résidents du sud de l'Alaska soit qualifié par un autre adjectif qu'« intact », parce que ces épaulards sont également exposés à des agents de stress, et suggère d'utiliser plutôt « de référence » ou « relativement peu perturbé ». Les auteurs acceptent de changer le qualificatif et conviennent d'utiliser « de référence ».

Méthode de modélisation

Un participant demande l'ajout d'une section contenant les hypothèses clés énoncées au début des documents, qui mentionnerait que les taux de fécondité et de mortalité sont ceux des épaulards résidents du sud de l'Alaska, utilisés comme référence de base vraisemblablement presque « vierge », et que les menaces et les données généalogiques sur les épaulards résidents du nord et les épaulards résidents du sud ont été ajoutés pour élaborer les modèles. Les épaulards résidents du nord et les épaulards résidents du sud sont tous deux des groupes d'épaulards résidents piscivores qui occupent une partie similaire du Pacifique Nord-Est et qui se concentrent sur le saumon quinnat comme proie. Les auteurs s'attendent donc à ce que les effets des menaces soient les mêmes pour ces deux populations, bien que l'exposition aux menaces puisse différer.

Population d'épaulards résidents

Un participant demande si les changements du taux de croissance des populations d'épaulards résidents (figure 2 – Séries chronologiques des populations d'épaulards résidents (données illustrées 1979-2017)) peuvent être attribués à des changements dans l'effort d'observation. Les auteurs expliquent que le modèle ne contient pas de taux de croissance préétabli, que tout est fondé sur les données tirées du recensement et que l'augmentation des chiffres après les années 1980 ou 1970 correspond à une croissance de la population plutôt qu'à un effort d'observation accru (en d'autres termes, ce n'est pas la découverte de nouveaux groupes qui a entraîné une hausse des estimations du recensement). Le dernier nouveau groupe a été découvert en 1978, et on a rétroactivement remplacé les données tirées du recensement lorsque de nouveaux groupes ont été découverts. La croissance de la population des épaulards résidents est due exclusivement à la naissance de nouveaux baleineaux. La trajectoire plate de la courbe de croissance de la population des épaulards résidents du nord avant le début des années 2000 est probablement liée aux proies, en raison de la faible abondance du saumon quinnat. On suggère de clarifier ce point en ajoutant un texte supplémentaire qui explique que l'augmentation de la taille de la population d'épaulards résidents à partir de 2001 n'est pas due à la découverte de nouveaux groupes et qu'on ne connaît pas les naissances et les décès des épaulards résidents du nord aussi rapidement que ceux des épaulards résidents du sud. On fait remarquer qu'aucune incertitude n'est incluse dans la croissance de la population des épaulards résidents, parce que les populations ont été entièrement recensées.

Un participant pose une question sur l'échec possible de l'accouplement dans la population des épaulards résidents du sud, puisque le document de travail constate que deux mâles seulement ont engendré la moitié des baleineaux nés depuis 1990. Dans le tableau 9 (taux vitaux (mortalité et fécondité) selon l'âge pour chaque population d'épaulards résidents), les taux de fécondité des femelles âgées de 31 à 50 ans sont beaucoup plus faibles pour les épaulards résidents du sud que pour les épaulards résidents du nord et les épaulards résidents du sud de l'Alaska. Pourrait-il y avoir un lien? Les auteurs répondent qu'on ne sait pas pourquoi la contribution des mâles à la reproduction chez les épaulards résidents du sud est faible ou si un autre mâle pouvait assumer ce rôle en cas de décès. On ne sait pas comment fonctionne le choix du partenaire chez les épaulards. Le modèle ne tient actuellement pas compte du choix du partenaire ou de la limitation du nombre de mâles. Cependant, il tient compte du nombre de mâles, parce que l'absence de tout mâle se traduirait par l'absence d'accouplement, et l'effet de la consanguinité se reflète dans les équivalents létaux. Il est possible d'inclure les limites du nombre de mâles dans le modèle, y compris en limitant la reproduction aux deux mâles les plus âgés, mais on ne l'a pas fait pour le moment en raison du manque de recherches. On ne dispose d'aucune donnée complète et à jour sur la paternité chez les épaulards résidents du nord et les épaulards résidents du sud de l'Alaska à des fins de comparaison. Il est probable

que certains mâles dominant la reproduction dans d'autres populations, mais en raison du faible nombre d'épaulards résidents du sud, ce fait a un effet plus marqué. D'autres recherches sont en cours sur les épaulards résidents du nord, et nous devrions tôt ou tard en savoir plus à ce sujet. On suggère d'ajouter cette précision pour étayer le texte du document concernant la paternité.

Prélèvements aux fins d'exposition dans des aquariums

Cette menace historique ne fait pas partie de l'évaluation des effets cumulatifs, mais a été étudiée pour en déterminer l'incidence sur la population en établissant qu'elles auraient été les trajectoires prévues de la population si ces types de prélèvements n'avaient pas eu lieu. En ce qui concerne les prélèvements aux fins d'exposition dans les aquariums, on a modélisé la population à partir des taux vitaux de Vélez-Espino *et al.* (2014), ce qui sera précisé dans le texte.

Un participant demande si la différence entre le graphique de la population observée des épaulards résidents du sud et le graphique du modèle sans prélèvement aux fins d'exposition dans les aquariums pourrait être liée à la capacité de charge. Les auteurs répondent que la capacité de charge n'est pas un facteur limitatif possible dans ce modèle, parce qu'elle est fixée à un niveau arbitrairement élevé. La ligne plate du modèle de l'abondance est due aux taux vitaux observés et, pendant cette période, la croissance de la population était relativement faible.

Abondance des proies

Les participants examinent la relation entre les taux vitaux des épaulards résidents et les différentes combinaisons des indices d'abondance en mer des stocks de saumon quinnat. Ils demandent un examen plus approfondi du choix des stocks (tableau 10 – Indices du saumon quinnat utilisés pour les analyses de mortalité et de fécondité dans chacun des modèles de menaces pour le saumon). Le choix des stocks et leur regroupement sont fondés sur des données statistiques et des données de terrain (collecte d'écailles de poisson après la mort d'épaulards résidents pour déterminer quel stock de saumon quinnat ils avaient consommé). La plupart des renseignements sur le régime alimentaire étaient fondés sur les événements d'alimentation de l'été et du printemps. Par souci de clarté, en ce qui concerne les stocks sélectionnés dans le tableau 10, ils ne sont pas fondés uniquement sur les résultats de l'analyse des proies, mais sur les corrélations statistiques avec ces agrégats de stocks de saumon. Les auteurs sont priés de développer la description et les citations dans les sections consacrées aux scénarios de menaces, à partir de la section 3.3.1 (Prélèvements aux fins d'exposition dans des aquariums/Pêche de type « capture vivante »), 3.3.2 (Disponibilité des proies) et surtout 3.3.3 (Mortalité) et en ce qui concerne les stocks sélectionnés, la définition des stocks, la justification des indices, etc. Les auteurs proposent de clarifier ce point dans le document de recherche.

Un participant demande si la taille du saumon quinnat est prise en compte dans l'ensemble de données, puisque la taille a diminué depuis les années 1920, comme l'indiquent les documents Ricker des années 1980. Un participant souhaite savoir si on trouve des signes de changement dans la taille du saumon quinnat ou une différence de taille dans les ensembles de données du MPO, parce que les signaux acoustiques sont plus forts pour les gros poissons, ce qui donne à penser qu'il est plus difficile pour les épaulards résidents de chasser les petits poissons, surtout dans un milieu bruyant. Sinon, les auteurs pourraient ajouter comme source d'incertitude que la taille, et non seulement l'abondance, est importante, mais qu'elle ne pouvait pas être incluse dans le modèle actuel de l'AVP. Les auteurs répondent que le document de travail mentionne effectivement la diminution de la taille observée dans les classes d'âge plus âgées du saumon

quinnat, mais qu'ils ne disposaient d'aucune information sur la différence entre les populations d'épaulards du sud et du nord quant à la taille des proies disponibles. Un participant ajoute qu'en Colombie-Britannique, on peut observer cette tendance dans certains stocks (Skeena, Fraser, nord de l'île de Vancouver). Les auteurs citent la [Réponse des Sciences 2018/035 du SCCS 2018](#) qui contient beaucoup d'information. John Ford et Eric Ward ont étudié la sélectivité des tailles chez les épaulards résidents et ont montré qu'ils ciblent principalement les poissons âgés de 4 et 5 ans, qui représentent moins de 20 % du stock de proies. Les épaulards résidents s'attaquent sélectivement aux poissons les plus gros et les plus âgés. Ils ont le même objectif que la pêche. Même si l'abondance des petits poissons plus jeunes était plus élevée, les épaulards sont moins susceptibles de les sélectionner.

Les participants discutent de la mesure de l'abondance du saumon quinnat utilisée dans le modèle (abondance en mer). L'abondance en mer comprend des estimations reconstituées du nombre de poissons prélevés dans les pêches et du nombre de poissons qui parviennent aux frayères, pour estimer le nombre total. L'abondance en mer modélisée est une mesure des poissons d'une taille suffisante pour être vulnérables aux engins de pêche (plus gros que la limite de taille minimale), et ne constitue donc pas une estimation du nombre total de poissons. Les estimations de la montaison en estuaire sont une mesure de l'abondance du poisson après les prélèvements, mais aussi après la consommation par les épaulards et d'autres prédateurs. Dans la section 3.3.2 (Scénario de menace – abondance des proies), on mentionne que les estimations de l'abondance en mer pourraient être une meilleure mesure de la disponibilité des proies des épaulards résidents que les estimations de la montaison en estuaire, ce qui est étayé par une communication avec Antonio Vélez-Espino. Cependant, un participant pense qu'Antonio Vélez-Espino a peut-être été mal cité dans le texte sur cette question. Les auteurs conviennent qu'il s'agit d'un malentendu et qu'une correction sera apportée pour expliquer que les deux mesures ont de la valeur (voir aussi la discussion de suivi et les précisions à la page 15 du présent compte rendu). Dans la moitié des cas, les estimations de l'abondance en mer sont mieux liées aux taux vitaux des épaulards résidents, mais les estimations des montaisons en estuaire présentent également un lien évident et peuvent aussi être un bon indicateur de la taille et de l'âge du saumon quinnat, ainsi que du moment où les différents stocks arrivent dans la région. Vélez-Espino *et al.* (2014) ont montré que les estimations des montaisons en estuaire étaient meilleures pour 4/7 des taux vitaux des épaulards résidents du sud, et pour 6/12 des taux vitaux pour les épaulards résidents du nord. Un auteur demande si les estimations des montaisons en estuaire varient de la même façon que l'abondance en mer. On lui répond que cela dépend de l'ampleur de la pêche et que cela pourrait varier beaucoup d'une année à l'autre. Les auteurs suggèrent que l'abondance en mer refléterait mieux les proies auxquelles les épaulards résidents ont accès que les estimations des montaisons en estuaire. Un participant répond qu'il se peut que les proies des épaulards résidents du nord soient mieux reflétées par l'abondance en mer, mais que celles des épaulards résidents du sud soient mieux reflétées par les montaisons en estuaire. Les épaulards résidents du sud se concentrent sur les saumons quinnat adultes qui reviennent à l'automne; par conséquent, même si les épaulards résidents du nord ont peut-être un meilleur accès au saumon quinnat et si l'abondance des proies est bien reflétée par l'abondance en mer, l'abondance en estuaire pourrait être une meilleure mesure pour les épaulards résidents du sud. Un participant fait remarquer que les estimations des montaisons en estuaire pourraient également tenir compte de la pêche du saumon quinnat avant qu'il soit à la disposition des épaulards résidents.

Les auteurs notent que les indices d'abondance en mer ont été utilisés dans d'autres documents pour modéliser la mortalité et la fécondité des épaulards résidents. Les travaux de John Ford ont utilisé l'abondance en mer, et ceux d'Eva Stredulinsky sur la cohésion sociale s'accordent mieux avec l'abondance en mer qu'avec les montaisons en estuaire. Un document de Ward *et al.* (2009) utilise l'abondance en mer tirée de la pêche à la traîne dans le Pacifique

(indice de biomasse de la côte ouest de l'île de Vancouver de la Commission du saumon du Pacifique). Toutefois, l'indice de la côte ouest de l'île de Vancouver examine le frai sur la côte ouest de l'île de Vancouver, et les auteurs ont utilisé des données différentes. Un participant suggère aux auteurs d'utiliser la fécondité pour comparer les données sur le saumon quinnat de ce document de travail avec les données de Ward *et al.* (2009), et d'indiquer clairement dans le texte qu'elles sont différentes. Un participant fait remarquer qu'une telle clarification serait nécessaire, parce que les inférences établies dans ce document de travail ne sont pas comparables à celles de Ward *et al.*, puisqu'un ensemble de données différent est utilisé. En réponse, les auteurs déclarent que l'abondance en mer a été convertie en indice; le modèle utilise une comparaison avec l'abondance moyenne, et non des chiffres absolus, et ces moyennes varient selon la population.

Le président demande si le groupe serait satisfait sur ce point si les auteurs acceptent d'ajouter un texte qui clarifie pourquoi l'abondance en mer est utilisée, et qui indique qu'elle est relative à la moyenne à long terme. Les participants demandent à voir l'ajout au document de recherche d'une justification concernant l'utilisation de l'abondance en mer plutôt que des montaisons en estuaire, ainsi que d'une clarification de ce que l'abondance en mer représente et ne représente pas. Lorsqu'on leur demande si l'utilisation des données sur les montaisons en estuaire ferait une grande différence dans les résultats du modèle, les auteurs répondent que le modèle tire les données au hasard à partir d'une distribution de cet indice autour d'une moyenne, et non de chiffres absolus. Comme la tendance n'a pas été utilisée, ce changement ne devrait pas entraîner une grande différence dans les résultats du modèle. On suggère d'effectuer une comparaison entre les montaisons en estuaire et l'abondance en mer pour voir quel facteur est le plus étroitement lié aux taux vitaux.

À titre de question de suivi, on demande aux auteurs où les épaulards trouvent la plus grande partie de leur nourriture, c'est-à-dire en mer ou aux embouchures. Ils répondent que le choix des stocks est fondé sur une analyse des données sur les proies et qu'il ne suffit pas toujours de savoir où les épaulards s'alimentent. Cependant, les épaulards s'alimentent surtout loin des embouchures. Ford a cartographié les lieux des événements de prédation, montrant que les épaulards résidents se nourrissent de poissons en montaison. La publication de 2010 de Hanson montre que la composition du stock de saumon quinnat dans les échantillons de proies reflète la période de montaison et décrit le nombre de lieux où les événements de prédation se sont produits le long de la partie sud de l'île de Vancouver (de Port Renfrew à Victoria, et dans le sud des îles Gulf et San Juan), ce qui donne à penser que les épaulards résidents s'alimentent en poissons à leur montaison vers la baie Puget et le détroit de Georgie.

Un participant souhaite revoir la façon dont l'indice est utilisé dans le modèle, notant que le fait de tirer au hasard des valeurs de la distribution ne reflète pas ce qui se produit dans les tendances de la population du saumon quinnat. L'autocorrélation d'une année à l'autre peut être très élevée, car le recrutement des cohortes se produit sur une période de quatre ans. Outre la dynamique des populations de proies, certains stocks sont eux-mêmes menacés en raison de la diminution de leur abondance. On craint que la tendance récente de l'abondance du saumon quinnat ne soit pas bien représentée. Les auteurs répondent que ce modèle n'est pas un modèle pour le saumon; il s'agissait de définir un modèle qui peut être utilisé pour les épaulards résidents. Ce modèle ne fonctionnera pas bien si les populations de proies diminuent continuellement. Après la réintroduction des chiffres réels (au lieu de chiffres tirés aléatoirement autour de la moyenne) dans les données du modèle, le modèle correspondait de plus près aux trajectoires des populations réelles pour les épaulards résidents. Il est difficile de projeter les populations de saumon, mais le modèle pourrait s'inspirer d'une fourchette de valeurs plus étroite ou de différents types de stocks, si cette information est disponible.

On demande une définition des indices du saumon quinnat pour les épaulards résidents du sud et les épaulards résidents du nord. En ce qui concerne les regroupements pour les épaulards résidents du nord, on demande s'il n'y a pas de stocks relevés dans le nord et s'ils sont liés à l'échantillonnage. On répond que certains de ces stocks fraient dans le sud, mais vivent dans le nord (p. ex. les saumons en montée). Dans le fleuve Fraser, on trouve cinq groupes de stocks dont les aires de répartition en mer sont différentes. Certains de ces stocks vont loin au nord, tandis que d'autres restent dans la zone sud. Bon nombre des stocks qui fraient dans les zones méridionales migrent vers le sud-est de l'Alaska et Haida Gwaii. L'effort d'échantillonnage dans le nord de Haida Gwaii est assez important. La plupart des échantillons de proies prélevés dans cette zone d'étude au nord provenaient du stock du fleuve Fraser. On a vu des baleines suivre ces stocks de poissons alors qu'ils revenaient vers le sud.

On a observé, dans la figure 10 (Relation entre l'indice du saumon quinnat et l'indice de mortalité), que la mise à jour de l'indice de Ford (2009) a fait chuter l'indice R^2 . Un participant demande si les auteurs ont été en mesure de reproduire son analyse avant les mises à jour. Les auteurs expliquent que les données de Ford ne dépassent pas 2003, alors que le document de travail actuel porte sur 14 années de données supplémentaires. On pourrait attribuer la diminution de l'indice R^2 au fait que les données de Ford reflètent une époque où les populations de saumon s'effondraient et que, comme les populations d'épaulards résidents ont diminué au même moment, la relation était plus forte. À l'heure actuelle, les épaulards résidents du sud ont moins de proies à disposition et sont confrontés à plus de menaces. Il n'y avait pas de données sur les populations vierges, d'autres menaces jouent simultanément et ces dernières évoluent avec le temps. Il se peut qu'une menace diminue pendant qu'une autre devient plus importante. La relation n'est pas toujours linéaire, il peut y avoir des effets de seuil, et il s'agit là d'un domaine qui mérite d'être étudié plus à fond.

On demande aux auteurs s'il est possible d'intégrer l'incertitude associée aux données sur le saumon quinnat utilisées comme données d'entrée dans le modèle. Les auteurs répondent qu'il n'est pas possible de le faire sur les données elles-mêmes, mais que l'incertitude des liens peut être intégrée à l'aide d'un coefficient de régression, et que l'incertitude est incluse dans les modèles Vortex.

Un participant fait observer qu'en ce qui concerne les épaulards résidents du nord, le modèle qui ne tient compte que de l'abondance des proies pour la mortalité et la fécondité correspond bien à la population observée. Cependant, si l'on utilise seulement l'abondance des proies, le modèle ne correspond pas à la population des épaulards résidents du sud.

Les auteurs expliquent les données sur l'abondance des proies plus en détail :

Le modèle du saumon quinnat de la Commission du saumon du Pacifique (CSP) estime le nombre de « poissons du modèle » provenant de chacun des 30 stocks du modèle disponibles pour six pêches (pêche à la traîne en Alaska, pêche à la traîne dans le nord de la C.-B., pêche à la traîne au centre de la C.-B., pêche à la traîne sur la côte ouest de l'île de Vancouver, pêche sportive dans le détroit de Georgie, et pêche à la traîne dans les États de Washington et de l'Oregon). Trois sources de données différentes ont été utilisées pour représenter l'abondance du saumon quinnat : les estimations de la montaison en estuaire par le Comité technique sur le saumon quinnat (CTSQ), les estimations de reconstitution de la montaison en estuaire à partir des micromarques magnétisées codées, et les estimations du modèle d'abondance en mer.

- Les estimations de la montaison en estuaire du modèle du saumon quinnat du Comité technique sur le saumon quinnat comprennent à la fois la production en écloserie et la production naturelle, ainsi que les estimations des prises en estuaire, et sont disponibles pour un petit groupe de stocks canadiens.

-
- La reconstitution de la montaison en estuaire à partir des micromarques magnétisées codées estime l'abondance des stocks pour les montaisons du nord de la C.-B. jusqu'en Californie. Elle utilise l'information sur les échappées et les données des micromarques magnétisées codées provenant des pêches sur la côte pour reconstituer l'abondance dans les frayères ainsi que des pêches en mer pour estimer l'abondance des poissons dans les zones de montaison en estuaire.
 - L'abondance en mer comprend des estimations reconstituées du nombre de poissons prélevés dans les pêches et du nombre de poissons qui s'échappent vers les frayères, pour estimer le nombre en mer. L'abondance en mer est une mesure des poissons d'une taille suffisante pour être vulnérables aux engins de pêche (plus gros que la limite de taille minimale) et ne constitue donc pas une estimation de l'abondance absolue. Par conséquent, il faut utiliser les changements relatifs plutôt qu'absolus de l'abondance.

Pour clarifier pourquoi ils ont choisi l'abondance en mer, les auteurs expliquent que Vélez-Espino a suggéré que l'indice de reconstitution de la montaison en estuaire à partir des micromarques magnétisées codées était le meilleur indice à utiliser, mais que les données n'étaient disponibles que jusqu'en 2010. Le travail considérable qu'il aurait fallu accomplir pour mettre les données à jour dépassait la capacité du programme sur le saumon. Compte tenu de ce qui précède, il a suggéré d'utiliser plutôt l'abondance en mer, et a déconseillé d'utiliser les données sur les montaisons terminales établies à partir des micromarques magnétisées codées. Une comparaison rapide entre les données sur la montaison en estuaire reconstituées à partir des micromarques magnétisées codées et l'abondance en mer, sur la période pour laquelle on dispose de données comparables, montre qu'elles sont très fortement corrélées. Les auteurs acceptent d'intégrer cette explication, ainsi qu'une recommandation de mettre à jour la reconstitution de la montaison en estuaire à partir des micromarques magnétisées codées, dans le document de recherche. Un participant fait remarquer qu'il serait important de recommander d'étudier plus à fond la relation entre d'une part la montaison en estuaire mise à jour et l'abondance en mer, et d'autre part les taux vitaux.

Perturbations (présence et bruit des navires)

Une différence proportionnelle entre les zones nord et sud a été utilisée pour quantifier le trafic maritime dans le modèle de l'AVP. On a modélisé l'effet des perturbations dues à la présence et au bruit des navires sous la forme d'une réduction de 25 % de la disponibilité des proies, associée à une mesure seuil à laquelle les interactions sont plus importantes lorsque l'abondance des proies est faible (effet double de la présence ou du bruit des navires sur la mortalité lorsque l'abondance des proies est inférieure à la moyenne).

Pour appuyer la quantification du trafic maritime, Norma Serra-Sogas (Université de Victoria) a fait une brève présentation sur les travaux réalisés dans le cadre d'un contrat visant à évaluer la taille de l'industrie de l'observation des baleines. Norma a fait des recherches sur les sites Web relatifs à l'observation des baleines et a recueilli des données sur leur emplacement en C.-B. et dans l'État de Washington; elle n'a tenu compte que des excursions d'une journée et a exclu celles de plusieurs jours. Elle a examiné le nombre d'opérateurs (74) et le nombre de navires pour chaque opérateur. Tofino affichait le plus grand nombre d'opérateurs, suivi dans l'ordre par Campbell River, Victoria et Port McNeill, tandis que Friday Harbour affichait le plus grand nombre d'opérateurs dans l'État de Washington. Tofino comptait 31 navires, Victoria 29, Campbell River 14 et Friday Harbour 11. Elle a également examiné le nombre d'excursions par jour. La flotte de Friday Harbour se composait surtout de plus gros bateaux à autonomie plus importante.

Une participante demande si d'autres navires d'écotourisme ont été examinés, et M^{me} Serra-Sogas répond qu'elle assure le suivi des navires de pêche qui offrent également des activités d'observation des baleines, ainsi que les entreprises de kayak, mais qu'ils ne sont pas inclus dans les données présentées. Un autre participant souhaite savoir si la répartition des autres entreprises d'écotourisme correspondait à la concentration des observateurs de baleines. Cela n'a pas encore été analysé, mais M^{me} Serra-Sogas croit qu'il y a un important chevauchement. On note que la carte de la distribution des activités d'observation des baleines changera à mesure que de plus en plus d'entreprises ouvriront leurs portes ou augmenteront leurs activités.

On demande si ce travail a été comparé à une étude utilisant les données des Services de communication et de trafic maritimes (SCTM) pour assurer le suivi des navires (peut-être une étude de Lachmuth remontant à 10 ans). Il y a 10 ans, un étudiant diplômé a dressé des cartes des gaz d'échappement des navires, qui pourraient servir à comparer l'augmentation sur 10 ans. Un participant propose d'envoyer ce document aux auteurs.

Le modèle montre que la présence et le bruit des navires n'expliquaient pas à eux seuls la dynamique des populations observée dans le système des épaulards, même en incluant les seuils élevés.

Les participants sont impatients de voir comment le modèle fonctionnerait avec des informations actualisées sur la présence et le bruit des navires.

Un participant fait remarquer que le bruit de fond dans les régions du nord a toujours été plus élevé que dans le sud en raison des tempêtes, du vent et de l'action des vagues, de sorte que l'on peut s'attendre à ce que l'effet du bruit anthropique y soit plus faible. Svein Vagle (Institut des sciences de la mer de Pêches et Océans Canada) devrait obtenir cet été des données tirées de la recherche qui pourraient clarifier cette tendance.

Les participants demandent des éclaircissements sur les méthodes utilisées pour estimer l'ampleur du trafic maritime cinq fois moins importante dans le nord que dans le sud. Les différences de trafic maritime entre le nord et le sud sont-elles incluses? Le trafic du nord longe la côte et celui du sud est concentré dans le détroit de Georgie. Les auteurs répondent qu'ils ont utilisé les données des SCTM pour arriver à ce chiffre, en examinant le chevauchement indiqué sur la carte de l'aire de répartition présentée au début du document de travail. Cela comportait une inexactitude inhérente, puisque la carte de l'aire de répartition n'est qu'une approximation. Les valeurs limites pour l'aire de répartition des épaulards résidents du nord correspondaient aux points d'appel 7 et 29, ce qui sera clarifié dans le texte. Un participant ajoute que le trafic côtier est plus élevé dans le nord que dans le sud, où le trafic se dirige vers le large. Les auteurs répètent qu'ils ont estimé ce chiffre à l'aide de points d'appel et qu'il s'agissait d'une estimation et non d'une valeur absolue. Un participant ajoute qu'on s'attend à ce que les fréquences plus élevées et les impacts du bruit humain soient moindres dans le nord, mais que les épaulards résidents du nord ont aussi l'avantage de vivre dans des lieux toujours bruyants, contrairement aux épaulards résidents du sud, qui évoluent dans des lieux qui étaient moins bruyants dans le passé. Les données provenant des amarrages acoustiques devraient être disponibles sous peu et donneront une meilleure idée de la situation.

On demande l'ajout de plus amples explications dans la section sur les perturbations dues à la présence et au bruit des navires, avec une description des types de navires commerciaux et des précisions sur la façon dont les auteurs sont arrivés au chiffre cinq fois plus élevé dans le sud. Le document devrait inclure les données des SCTM, les sources et les éléments qui ont permis d'arriver à l'estimation cinq fois plus élevée. Les appels aux SCTM ne sont requis que pour certains navires, et les exigences pourraient être notées dans le texte, puisque tous les navires ne sont pas saisis. Les données du Système d'identification automatique de classe A (SIA-A) ont été utilisées. Les données des SCTM ne comprennent généralement pas les

navires d'observation des baleines au Canada. Les navires d'observation des baleines aux États-Unis doivent être équipés d'un transpondeur SIA pour les données de classe A. Le Canada exigera bientôt que les grands navires d'observation des baleines soient équipés d'un transpondeur SIA. On demande des précisions sur les données des SCTM par rapport aux données du SIA, y compris les limites et la portée des données des SCTM (les types de navires), et on signale que le seuil des SCTM pourrait être plus élevé. Il est important de savoir si les données des SCTM incluses étaient des données de classe A du SIA. On note que le nombre de navires équipés d'un transpondeur SIA pour les données de classe B a augmenté, même dans les bateaux de plaisance, car le prix des appareils est abordable.

L'un des participants n'est pas d'accord avec les estimations de Lacy sur l'incidence du bruit sur le comportement des épaulards résidents (réduction de 25 % de l'alimentation en présence d'un navire, présence d'un navire autour des épaulards résidents 85 % du temps et épaulards résidents s'alimentant en présence de navires 78 % du temps), mais fait remarque que l'on n'a rien de mieux pour le moment. D'ici à trois ans, de meilleures données devraient être disponibles, à l'issue des recherches en cours.

Les perturbations dues à la présence ou au bruit des navires pourraient influencer sur la reproduction, les réactions de stress, etc., mais cette section ne traite que de la disponibilité des proies. Il peut y avoir d'autres séquences de perturbations dues à la présence ou au bruit des navires qui pourraient avoir des impacts sur les paramètres de la population. On demande aux auteurs de souligner le fait que ces autres séquences pourraient contribuer aux résultats. On suggère d'inclure une sous-section sur les hypothèses sous-jacentes à la fin de chaque section sur les menaces.

Bien que les participants comprennent que cette évaluation ne permet pas d'obtenir le niveau de détail nécessaire pour évaluer tous les impacts possibles du bruit, on souligne que tous les bruits sous-marins ne génèrent pas forcément les mêmes types de perturbations, selon le contexte de l'exposition et les capacités auditives des différents biotes marins. Le document pourrait traiter des fréquences auxquelles ces épaulards communiquent et des activités anthropiques dont le bruit chevauche cette plage. Le texte devrait mieux décrire les qualités du bruit (amplitude, fréquence, facteur d'utilisation, etc.), en particulier pour le bruit qui touche les animaux.

Les types de navires ne sont pas mentionnés dans le document de travail, bien que les caractéristiques sonores varient selon le type de navire. Les auteurs pourraient approfondir ces différences à l'avenir, mais ils n'ont pas été en mesure de le faire pour cette évaluation. Par exemple, les différents types de navires pourraient être ventilés dans les analyses. Les grands navires sont le principal producteur de bruit dans le détroit de Juan de Fuca, tandis que les petits bateaux sont plus courants dans les îles du Golfe.

Dans la section 3.3.6, il serait utile de préciser que la présence de navires dans les zones de l'habitat essentiel de l'épaulard résident du nord peut être plus problématique que ce qui est décrit actuellement et que, même si l'aire de répartition des épaulards résidents du nord s'étend sur une zone plus vaste que celle des épaulards résidents du sud, certaines zones importantes pourraient ne pas être représentées dans les zones centrales désignées à l'heure actuelle.

Un participant estime qu'étant donné l'intervalle des données examinées concernant les proies (1979-2017), une année de données sur le trafic maritime pourrait ne pas suffire pour comprendre son incidence potentielle. Les auteurs expliquent que ces données n'étaient pas destinées à former une série chronologique, mais qu'il s'agissait simplement d'une comparaison entre le nord et le sud, et que la tendance récente du trafic maritime est constante, selon les SCTM. Même si seule une année de données sur le trafic maritime est utilisée, la variabilité interannuelle est faible. On n'a saisi aucune variation dans les tendances de l'activité des

navires au fil du temps, car seule la comparaison entre le trafic maritime du nord et du sud est prise en compte dans le modèle.

On note que l'on ne sait pas actuellement si les épaulards résidents s'alimentent pendant la nuit. L'observation des baleines se fait beaucoup moins la nuit, ce qui pourrait réduire les perturbations dues aux navires pendant l'alimentation. Toutefois, une étude est en cours sur ce sujet, à l'aide d'émetteurs acoustiques (D-TAG).

On recommande que cette évaluation soit un processus itératif. Étant donné le nombre important de recherches en cours, ce cadre pourrait être révisé d'ici trois à cinq ans pour mettre l'analyse à jour.

Perturbations (collisions avec des navires)

La menace des perturbations physiques dans le modèle d'AVP met l'accent sur les collisions avec les navires. Il n'existe pas beaucoup de données concernant les épaulards, et ce que l'on a trouvé est inclus dans le tableau 4 (Chronologie des cas connus de collisions avec des navires ayant causé des blessures chez des épaulards résidents du nord et du sud) et dans le tableau 5 (Chronologie des mortalités signalées d'épaulards résidents du nord et d'épaulards résidents du sud résultant de collisions avec des navires) du document de travail. Les participants demandent que le taux de collisions avec les navires (probabilité de 10 % de collisions avec les baleines par année; en d'autres termes, environ un animal meurt tous les 10 ans) soit précisé dans le document de recherche. Un participant demande s'il est logique de modéliser les deux populations d'épaulards résidents en utilisant le même taux, puisque l'on observe cinq fois plus de navires dans l'aire de répartition du sud, sans même inclure les navires d'observation des baleines qui sont plus communs dans l'aire de répartition de sud. Les auteurs répondent que Patrick O'Hara et Rob Williams ont analysé le risque de collision avec les navires et ont constaté qu'il est plus élevé dans le sud (9,5 % pour les épaulards résidents du sud et 7,1 % pour les épaulards résidents du nord), mais les auteurs ont utilisé les données disponibles à l'époque. Cependant, ces chiffres ont été mis à l'épreuve dans l'analyse de sensibilité, et la menace des collisions n'a pas eu un grand effet, même lorsque les probabilités de collisions avec les navires variaient. L'analyse de sensibilité a été effectuée entre 5 % et 50 %, et un participant suggère que l'analyse de sensibilité pourrait aussi être effectuée sur une probabilité de collisions encore plus réduite.

Un participant mentionne que le taux de collision avec les navires est largement surestimé, mais que toutefois la mortalité due aux collisions avec les navires est un événement très rare dans le modèle. Un autre participant réplique en faisant remarquer que les deux morts d'épaulards résidents du sud au cours des sept à huit dernières années attribuables à des collisions avec des navires montrent qu'ils sont vulnérables à cette menace.

Les participants se demandent si d'autres causes immédiates pourraient mener à une collision. Il pourrait y avoir des différences dans la vulnérabilité des baleines aux collisions avec les navires, comme le fait que les baleines plus lentes et plus grosses sont plus susceptibles d'être touchées. Fait intéressant, un participant raconte qu'un employé de BC Ferries a observé que lorsque les traversiers étaient bruyants, les épaulards se trouvaient à plus grande distance, mais que maintenant, comme les traversiers sont plus silencieux, on les observe beaucoup plus près, ce qui pourrait entraîner un risque accru de collision avec des navires.

Contaminants

Dans le modèle de l'AVP, l'effet des contaminants sur les taux vitaux des épaulards ne comprend que les BPC. Il convient de se reporter à la page 4 pour savoir pourquoi les BPC sont les seuls contaminants inclus dans l'étude. Les BPC sont modélisés selon un modèle d'accumulation-dépuration de Hall *et al.* (2018), lui-même basé sur des expériences menées sur un mammifère terrestre (le vison). L'un des scénarios du modèle utilise un seuil basé sur l'abondance des proies, parce que les contaminants sont stockés dans la graisse corporelle des épaulards et ne sont métabolisés que lorsque les proies disponibles ne suffisent pas à répondre aux besoins métaboliques.

On a utilisé la courbe dose-réponse des expériences en laboratoire sur le vison, parce qu'il n'est pas possible d'effectuer des expériences sur les épaulards résidents pour définir une relation dose-réponse spécifique (Hall *et al.* 2018).

Les participants discutent de la façon dont la composante des contaminants dans le modèle ne relie les BPC qu'à la mortalité des baleineaux, alors que les BPC peuvent également toucher les adultes. Ces données n'ont pas encore été quantifiées et ne pouvaient donc pas être incluses dans le modèle de l'AVP.

Les participants discutent des raisons de la différence de niveaux de BPC entre les épaulards résidents du nord et les épaulards résidents du sud (les épaulards résidents du nord ont tendance à afficher des niveaux de BPC plus faibles que les épaulards résidents du sud), et suggèrent que cela pourrait s'expliquer par le fait que les femelles se débarrassent des BPC en mettant bas, et que les épaulards résidents du nord sont plus féconds. Cependant, cela n'expliquerait pas la plus faible concentration de BPC observée chez les épaulards résidents du nord mâles par rapport à leurs homologues du sud. Les autres influences peuvent inclure des différences dans les charges de BPC dans l'environnement et dans les proies, et des recherches sont en cours pour examiner la charge de contaminants dans divers stocks de saumon quinnat.

On note que les charges de contaminants chez les épaulards migrateurs sont plus élevées que chez les épaulards résidents, mais qu'ils ne connaissent pas les mêmes déclin de population. Cela s'explique peut-être par l'abondance élevée des proies des épaulards migrateurs, qui ne métabolisent donc pas leur lard contaminé et ne libèrent pas les contaminants stockés.

Effets cumulatifs

Les auteurs précisent que les principaux modèles tiraient les données sur l'abondance annuelle du saumon d'une distribution normale, mais au hasard. Les modèles qui utilisaient les effectifs annuels réels des saumons, appelés modèles de l'« indice du saumon réel », correspondaient plus étroitement à l'abondance observée des épaulards résidents. Ils utilisaient également l'indice d'abondance en mer, mais sans tirer de données dans une distribution aléatoire.

La figure 24 (Simulations modélisées moyennes du scénario des effets cumulatifs avec abondance modélisée du saumon quinnat) affiche un bon ajustement pour la population d'épaulards résidents du nord, tandis que la figure 25 (Simulations modélisées moyennes du scénario des menaces cumulatives avec les valeurs historiques de l'indice du saumon quinnat) affiche un bon ajustement pour la population des épaulards résidents du sud. Un participant souhaite savoir s'il y a un moyen de sélectionner des indices et d'obtenir un bon ajustement pour chaque population en utilisant différentes méthodes. Les auteurs répondent que la plage se situe encore dans les limites de l'incertitude et que la différence d'ajustement pourrait avoir de nombreuses raisons.

Les participants attirent l'attention sur le chiffre issu du scénario basé sur les proies dans la présentation, qui illustre le fait que les proies à elles seules correspondent bien à la population observée des épaulards résidents du nord, alors que pour les épaulards résidents du sud, d'autres facteurs peuvent également être importants. L'abondance historique récente du saumon quinnat dans le sud est inférieure à l'abondance historique dans le nord, et les épaulards résidents du nord ont accès à ces stocks à un taux d'abondance plus élevé, car ces stocks s'épuisent à mesure qu'ils migrent vers le sud.

Les auteurs expliquent que le trait plein du graphique correspond à la moyenne de 10 000 montaisons et que le terme d'erreur déclaré est l'écart-type. Un participant souhaite savoir s'il est possible d'utiliser plutôt les intervalles de confiance ou les quantiles des montaisons réalisées, puisque l'écart-type suppose que la relation est fondée sur une distribution normale.

Les participants demandent des éclaircissements concernant la figure 21 (Simulations modélisées des impacts des BPC sur les épaulards résidents), qui comprend les concentrations de BPC prélevées chez les baleines au Canada et aux États-Unis. Un participant demande aux auteurs d'indiquer clairement la source des données et de mentionner tous les auteurs dans le texte et pas seulement dans l'annexe.

JOUR 2

LE POINT SUR LE JOUR 1

Avant de poursuivre la présentation sur l'AVP, le président demande au groupe de relever les questions clés pour la discussion de la deuxième journée, de faire le point sur le processus et de confirmer les sujets à traiter.

Les participants suggèrent d'autres éclaircissements et explications dans le document de recherche, quelques changements de formulation et une clarification des liens dans le modèle des SE.

Les participants conviennent que le taux de collisions des épaulards avec les navires représentant un événement rare, à savoir un animal touché en moyenne tous les 10 ans dans le modèle (bien qu'à des échelles temporelles plus courtes, ce taux puisse sembler plus élevé), est acceptable et rend compte des données observées.

Le président demande si des changements ou des commentaires ont été oubliés dans le résumé. Un participant attire l'attention sur la figure 2 (Séries chronologiques des populations d'épaulards résidents), dans laquelle la population semble assez stable au fil du temps. Au fil du temps, les contributions des trois groupes familiaux à l'ensemble des effectifs se perdent. Le groupe familial L était à l'origine des inquiétudes concernant la diminution du nombre total d'épaulards résidents du sud; il passe beaucoup de temps à l'extérieur de la mer des Salish sur la côte ouest des États-Unis et retourne dans la mer des Salish dans une condition physique sous-optimale. Si tel est le cas, cela se produit au-delà de la zone d'influence du Canada, et on suggère qu'il est important de reconnaître ce fait. Les auteurs répondent que le modèle Vortex intègre l'information sur les groupes familiaux et qu'il peut en être un extrant, mais que pour l'instant, on suppose que les menaces visent tous les groupes familiaux à parts égales. Les méthodes et les aires d'alimentation ne sont pas prises en compte, mais on suppose qu'elles sont semblables d'un groupe familial à l'autre. Les auteurs reconnaîtront dans le document de recherche que la différence de répartition spatiale d'un groupe familial à l'autre est une source d'incertitude.

Un participant craint que ce processus ne soit prématuré, car il reste encore beaucoup à apprendre au sujet d'un grand nombre des relations entre les paramètres du modèle, surtout en ce qui concerne les contaminants et la présence ou le bruit des navires. Le modèle correspondait-il aux données observées par simple hasard? Est-il correct pour les mauvaises raisons? Pourrions-nous induire la direction en erreur sur la base de ce modèle? Le participant souligne qu'il faut être attentif à la façon de présenter les liens avec les conséquences sur la population. Les auteurs sont d'accord et soulignent qu'il n'y avait auparavant aucune façon d'examiner les impacts combinés des menaces qui pèsent sur les populations, mais qu'il faut que cela devienne un exemple de gestion adaptative. Cette analyse devrait être revue lorsque de plus amples renseignements seront disponibles, afin de mettre à jour les données sources et de réexaminer les incertitudes du modèle. Ce travail visait à créer un cadre utile et à reconnaître que les données étaient limitées, de sorte que d'autres parties peuvent saisir de nouvelles données dès qu'elles deviennent disponibles. Il s'agissait du point de départ pour le modèle, pas de l'objectif final. Un autre participant fait remarquer que ce travail est une très bonne première étape dans l'examen des effets cumulatifs. Il faut préciser très clairement ce que les résultats du SCCS représentent et ce qu'ils ne représentent pas. Le groupe savait qu'il y aurait des lacunes dans les données, mais ce processus montre qu'il s'agit d'un cadre qui peut fonctionner. Ce cadre peut être révisé lorsque de nouvelles données sur la façon de quantifier les relations deviennent disponibles, et non seulement lorsque de nouvelles données sont disponibles. En outre, il est également possible d'ajouter des couches de données au modèle, y compris des couches explicites sur le plan spatial, par exemple, si l'on prouve que les matrilignages sont exposés à des menaces à un endroit X pendant une période Y.

Les participants mentionnent le pas à faire entre l'élaboration du modèle et ce à quoi il peut servir, c.-à-d. la disposition du modèle et de sa structure, les données d'entrée du modèle et la confiance que nous avons dans ces données. Si le modèle donne à penser que l'un des paramètres d'entrée n'est pas aussi important que les autres, devrions-nous continuer à étudier ce paramètre? De quoi les gestionnaires peuvent-ils se préoccuper moins? Le modèle comporte de nombreuses incertitudes et hypothèses qui peuvent être mises à l'épreuve pour que l'on puisse avoir confiance dans son application. On demande des renseignements supplémentaires pour le document de recherche sur la façon d'améliorer le modèle à l'avenir et sur les aspects qui pourraient être élargis, p. ex. nouvelles relations, quantifications des interactions, nouvelles données, etc.

On revient brièvement sur la discussion concernant les blessures par balle. Bien que les données soient limitées, les données sur la population d'épaulards résidents du nord laissent entendre que les blessures suspectes se situaient surtout dans la première moitié de la série chronologique, et qu'une seule blessure est survenue au cours des 10 dernières années. Les deux tiers des blessures ont été subies avant 2000.

Avant de poursuivre la présentation et la discussion sur l'AVP, le groupe échange des réflexions sur la présentation de l'AVP jusque-là. Le modèle correspond beaucoup mieux aux données observées sur la population d'épaulards résidents du sud lorsque l'on utilise des indices réels pour le saumon au lieu d'un échantillonnage aléatoire à partir d'une distribution uniforme ou normale. S'il existait un modèle du saumon qui donne des trajectoires pouvant représenter la taille, la structure par âge et le degré d'autocorrélation des populations de saumon, on pourrait l'intégrer au modèle pour obtenir de meilleures projections. La Commission du saumon du Pacifique a mis au point un modèle de saumon quinnat pour l'ensemble de la côte, mais il a été établi pour des projections sur quatre ans, de sorte qu'il faudrait le modifier pour l'intégrer dans l'AVP. Toutefois, il pourrait s'agir là d'une suggestion de travaux futurs. Les auteurs répondent que si la corrélation moyenne dans la série chronologique était connue, le modèle pourrait tirer

des valeurs aléatoires qui présentent une structure de corrélation et les utiliser pour les projections. Les auteurs souhaitent revenir sur ce point après avoir discuté des projections.

On revient également sur la quantification de la menace due à la présence et au bruit des navires, en raison de préoccupations concernant la saisie d'une seule année de données dans le calcul de la différence entre les régions nord et sud. Les auteurs répondent qu'ils n'ont pu trouver des données que pour une ou deux années, même après avoir essayé d'obtenir des données d'études antérieures. Les auteurs ont réussi à obtenir de l'information sur les navires commerciaux pour quelques années seulement, et il n'existe aucune information historique sur les bateaux de plaisance. C'est un bon début que nous pouvons nous efforcer d'affiner. On demande si les données historiques sur la navigation peuvent être liées à des études antérieures sur le trafic maritime, notamment une étude de 2014 sur l'expansion du banc Roberts et l'étude de Patrick O'Hara sur les données du SIA, qui remonte à 10 ans. On suggère également de reconstituer les données sur les grands navires à partir de l'information sur la navigation. Du milieu des années 1970 au début des années 1980, les activités de pêche commerciale étaient très nombreuses à proximité des épaulards. À l'époque, lorsqu'on enregistrerait les sons sous-marins, il était presque impossible d'entendre les sons des baleines. Les auteurs répondent que dans le modèle, un effet de 16 % sur les proies dans le sud et un effet de 3 % pour le nord ont été utilisés comme chiffres fixes. Les données relevées sur la seule année disponible n'ont été utilisées que pour calculer la différence de présence ou de bruit des navires entre le nord et le sud, et on ne constate aucune variation en fonction du temps ou de la saison. Un participant pose une question sur les types de navires et leur incidence sur le bruit produit, et on signale qu'il n'existe pas de données sur la façon dont le type de navire modifie le bruit, mais que la liste des navires tirée des données des SCTM peut être incluse dans le document de recherche. Un participant demande s'il existe des renseignements qui pourraient être utilisés pour introduire cette incertitude sur les effets du bruit dans Vortex. On suggère de remplacer le taux fixe de 16 % par une variable qui change dans le temps en utilisant la courbe de la croissance de la navigation au fil du temps. Une autre suggestion consiste à inclure la stochasticité à la valeur de la présence ou du bruit des navires, ce qui pourrait être un bon compromis pour tenir compte de cette incertitude. Les auteurs indiquent que la section de l'exposé portant sur les analyses de sensibilité pourrait répondre à cette préoccupation.

PRÉSENTATION : ANALYSE DE LA VIABILITÉ DE LA POPULATION (SUITE)

Présentatrice : Cathryn Clarke Murray

Cathryn Clarke Murray fournit d'autres détails sur la deuxième étape de l'évaluation des effets cumulatifs, à savoir l'analyse de la viabilité de la population, en passant à l'utilisation du modèle AVP des effets cumulatifs pour prédire la trajectoire des populations. M^{me} Clarke Murray termine sa présentation en décrivant les scénarios des effets cumulatifs, les analyses de sensibilité, les projections des modèles et les incertitudes associées à l'évaluation.

Elle présente les travaux récemment mis à jour à l'aide du modèle d'AVP des effets cumulatifs pour projeter les trajectoires des populations d'épaulards résidents du nord et du sud dans l'avenir (10 000 simulations de modèles), en fonction des niveaux de menaces récents, des meilleures connaissances disponibles et de l'hypothèse selon laquelle aucune mesure d'atténuation future ne sera prise. Les sorties du modèle indiquent que la trajectoire moyenne modélisée de la population d'épaulards résidents du nord augmente jusqu'à la capacité de charge fixée dans le modèle en 25 ans. En revanche, la trajectoire moyenne modélisée de la population d'épaulards résidents du sud diminue, avec une probabilité de 26 % d'extinction de la population (définie dans le modèle comme un seul sexe restant); dans ces projections, l'extinction était estimée se produire après 75 à 97 ans.

DISCUSSION

Effets cumulatifs

On fait observer que cette évaluation visait à créer un modèle d'effets cumulatifs et que le groupe pourrait accepter la manière dont il représente et ne représente pas les connaissances et les données disponibles.

La méthode des analyses de sensibilité de Vortex est expliquée plus en détail. On peut exécuter des analyses de sensibilité sur le modèle pour examiner l'incidence de la variation de chacun des paramètres sur les résultats de simulation modélisée. Pour les besoins de la présente analyse, on a maintenu trois paramètres à leur niveau de base et fait varier le quatrième sur un large éventail de valeurs, et ce, pour chaque paramètre. Un participant suggère que cela pourrait se faire en maintenant les trois paramètres à des valeurs minimales et maximales pour examiner les interactions. Cela peut rendre compte de la façon dont les modèles interagissent de différentes façons. Les auteurs expliquent que, pendant qu'un seul paramètre était maintenu constant à une seule valeur, les autres paramètres utilisaient la structure complète du modèle, qui comprenait la stochasticité. Il est possible de faire l'essai de toutes les combinaisons dans Vortex, mais cela nécessite des semaines de temps de fonctionnement de l'ordinateur et d'analyses statistiques. La version actuelle de l'analyse de sensibilité prend une journée complète à exécuter.

On note que la figure 27 (Sensibilité de l'effectif projeté de la population d'épaulards résidents du sud dans le scénario des effets cumulatifs aux changements des paramètres des menaces) est un peu difficile à lire et on demande que la barre d'erreur soit reproduite dans une couleur différente.

Les auteurs expliquent que l'abondance des proies ajustait le degré d'incidence de la présence ou du bruit des navires sur le modèle : lorsque les proies étaient abondantes, la présence ou le bruit des navires avaient peu d'effet, mais lorsque les proies étaient rares, la présence ou le bruit des navires avaient un effet important. On demande aux auteurs de préciser que la présence ou le bruit des navires sont supposés être un facteur déterminant de la disponibilité des proies. Un participant suggère qu'il serait possible de modéliser cela sans la présence ou le bruit des navires pour déterminer si ces derniers sont pertinents, mais les auteurs répondent que la présence ou le bruit des navires font partie du système et jouent un rôle.

Un participant demande pourquoi le modèle n'inclut que les femelles dans l'analyse de sensibilité aux BPC. Les auteurs expliquent que cela tient au fait que, dans le modèle, la contamination par les BPC avait une incidence sur la mortalité pendant la première année des baleineaux, qui découle de la charge de contaminants des femelles au moment de la naissance des petits; la charge de contaminants des mâles n'a aucune incidence sur la mortalité des baleineaux. La contamination chez les mâles se retrouvait dans le modèle lui-même, s'accumulant au fil du temps, et on a vérifié qu'elle correspondait aux données sur le terrain, mais elle n'influence pas cet effet dans le modèle. Un participant décrit l'animal J18, qui avait 18 ans, mais n'avait pas encore développé de testicules (ce qui est inhabituel), et qui affichait une forte concentration de BPC. Le MPO l'a signalé à la suite d'une nécropsie, et il pourrait s'agir d'une preuve de l'effet des contaminants chez les mâles. On recommande de l'inclure dans le document de recherche à titre d'incertitude. Un participant demande si Vortex serait en mesure de traiter des sex-ratios différents si un nombre plus important de données devenaient disponibles à l'avenir et permettraient de quantifier l'effet des BPC sur les mâles. Les auteurs répondent qu'à l'heure actuelle, le modèle utilise un sex-ratio 50/50, mais qu'il peut être modifié dans Vortex, et qu'on peut établir une mortalité différentielle pour les mâles et les femelles.

Les participants discutent des projections du modèle. Ces projections sont présentées à titre d'exemples des utilisations possibles du modèle. Le client mentionne qu'il s'en servirait pour faire des projections à l'avenir afin d'examiner les options de gestion et d'atténuation. Il serait utile que le programme des espèces en péril s'en serve pour voir où il est possible d'influer sur les trajectoires des populations. On répond à une question au sujet d'un léger changement dans la taille de la population modélisée en 2040 en indiquant qu'il s'agit d'un effet de génération, puisque de nombreuses baleines avaient un âge assigné à peu près semblable dans les données généalogiques, et ces baleines auraient atteint l'âge maximal à ce moment-là et auraient été ainsi retirées du modèle.

L'un des auteurs suggère de remplacer la projection initiale qui indique une augmentation du nombre d'épaulards résidents du sud en fonction de la population constante du saumon quinnat par la projection mise à jour qui utilise les niveaux récents du saumon quinnat (décroissant), car il s'agit d'un scénario plus réaliste. Un participant est d'accord et fait remarquer que même l'utilisation d'une moyenne des données sur le saumon quinnat des 10 dernières années constituerait une donnée d'entrée optimiste, car les stocks de saumon quinnat ont diminué rapidement et de nombreux stocks de saumon quinnat ont connu des problèmes au cours des 10 dernières années. Un participant est d'accord avec la proposition de remplacer la projection du saumon quinnat par une projection mise à jour, mais dit qu'au lieu de l'appeler « faible niveau du saumon quinnat », il faudrait l'appeler « niveau récent du saumon quinnat ».

On se demande pourquoi les barres d'erreur n'augmentent pas avec le temps dans l'effet des proies sur le graphique des épaulards résidents du sud. Les auteurs expliquent qu'elles diminuent avec le temps, parce qu'un plus grand nombre de simulations montrent que la population d'épaulards résidents du sud est en voie d'extinction. Les barres d'erreur augmentent pour les épaulards résidents du nord avec le temps, bien qu'elles soient limitées par la capacité de charge.

D'après le scénario du niveau faible ou récent du saumon quinnat, sur les 10 000 simulations, les épaulards résidents du sud disparaissent d'ici 100 ans dans 26 % des simulations, la durée moyenne avant l'extinction étant de 85,8 ans +/- 11 ans. Le groupe demande à ce que cela soit inclus dans le document de recherche. Un participant demande s'il faut en tirer la conclusion que si l'abondance du saumon quinnat n'augmente pas, les épaulards résidents du sud disparaîtront. Les auteurs répondent que ce modèle comprend également des interactions telles que la présence et le bruit des navires, qui réduisent la disponibilité des proies. Un participant demande s'il est possible de projeter le modèle en éliminant la présence ou le bruit des navires pour voir si l'abondance du saumon quinnat seule causera l'extinction de l'espèce. Il explique que la quantité de saumons quinnat nécessaire pour empêcher l'extinction de la population des épaulards résidents du sud serait plus faible si la présence ou le bruit des navires étaient éliminés. Un participant fait remarquer que, puisque la navigation est susceptible d'augmenter et non de diminuer, il pourrait être utile d'examiner le pire scénario de l'augmentation de la présence et du bruit des navires. Les auteurs répondent qu'il ne s'agit pas d'une question relevant de la présente étude, mais que le modèle pourrait être utilisé à cette fin dans l'avenir. Le modèle n'est pas paramétré pour permettre une augmentation de l'abondance du saumon quinnat dans l'avenir; on l'a plutôt utilisé pour faire des projections en fonction de la moyenne à long terme et en fonction de la moyenne plus récente. Ce modèle n'a pas projeté la future abondance du saumon quinnat, mais a simplement projeté la situation actuelle dans l'avenir.

On avance que le document bénéficierait d'une discussion sur la différence de résultats entre ce document de travail et d'autres études, expliquant la cause de l'écart, selon les auteurs, et les preuves existantes indiquant qu'il s'agit d'une amélioration par rapport aux études antérieures. Dans ce modèle, on définit l'extinction comme la survie d'un seul sexe. Il est important de clarifier la définition de l'extinction. Dans Vortex, la norme est la définition selon laquelle il ne reste qu'un seul sexe, mais la quasi-extinction (un niveau auquel le nombre d'adultes peut être insuffisant pour assurer la survie de l'espèce) peut également être utilisée si l'on dispose d'informations suffisantes sur la valeur que la quasi-extinction devrait prendre. L'extinction pourrait être difficile à définir dans cette population, parce que les matrilineages complexes peuvent mener à des impasses, même si les deux sexes sont représentés; un participant souhaite savoir s'il est possible de le modéliser dans Vortex. Un auteur répond que cela peut se faire en précisant que l'absence de femelles en âge de procréer dans un groupe familial constitue une extinction. Reconnaisant qu'il serait difficile de décider quelle serait cette valeur, un participant demande s'il est possible d'inclure la probabilité que la population tombe à une taille seuil à partir de laquelle elle ne pourrait pas se rétablir, étant fonctionnellement disparue. Le client mentionne que la définition de l'extinction utilisée dans l'évaluation doit être claire et qu'il faut la comparer à la définition utilisée par la LEP, et il demande que les détails précis sur le moment de l'extinction (la plage fondée sur les exécutions) soient inclus dans le document de recherche.

PRÉSENTATION DES EXAMENS ÉCRITS : ANALYSE DE LA VIABILITÉ DE LA POPULATION

Miriam O

- Rien d'autre à ajouter; points déjà abordés.

Misty MacDuffee

- Rien d'autre à ajouter; points déjà abordés.

DISCUSSION AU SUJET DU CADRE DE RÉFÉRENCE

Les participants examinent le cadre de référence de la présente réunion (annexe A) et se demandent si le groupe convient que les objectifs suivants ont été atteints.

Point 1 du cadre de référence

Il faut apporter des révisions et des changements mineurs au document de travail, mais cela fait, le document deviendra un document de recherche. Il y a eu une période de quatre mois pour effectuer cela, et le groupe aura l'occasion de s'assurer que les changements ont été apportés comme il se doit. Le président confirme que le groupe donne son accord à cette motion.

Point 2 du cadre de référence

Le président demande au groupe s'il peut appliquer l'outil. Un participant répond qu'il s'agit d'un outil d'information et non d'aide à la décision. L'outil s'est révélé très utile dans ce cas, puisqu'il s'agissait d'une situation riche en données. Il s'est révélé particulièrement utile pour trouver une combinaison de variables pouvant correspondre à la courbe réelle de la population. Le participant se réjouit à l'idée de l'utiliser à l'avenir. On a utilisé une AVP pour cette évaluation, parce que cette situation était riche en données, mais on pourrait plutôt utiliser un modèle des conséquences des perturbations sur les populations (CPP) ou une matrice des risques pour examiner la probabilité du risque par rapport à la gravité des impacts, en dernière étape. Un participant fait remarquer que cette évaluation est un grand pas vers une plus grande certitude et une plus grande clarté quant aux menaces connues qui pèsent sur les épaulards résidents, ainsi qu'un grand progrès par rapport au document de Lacy *et al.* Elle a demandé beaucoup d'efforts et a fait avancer les travaux par rapport à ce qui avait déjà été accompli.

Un participant s'interroge sur les hypothèses relatives aux perturbations des épaulards résidents dues à la présence ou au bruit des navires. La figure 1 (Aires de répartition générales des épaulards résidents du nord et des épaulards résidents du sud) du document de travail montre une partie de la répartition des épaulards résidents du sud du centre de la Californie à la C-B, et le participant n'est pas d'accord avec l'hypothèse selon laquelle un modèle conceptuel de SE des agents de stress ne portant que sur une petite partie de cette aire (mer des Salish) pourrait mener à des résultats d'AVP valables pour ces populations plus étendues. Le participant déclare que chaque épaulard résident du sud ne se trouve dans la mer des Salish que quelques jours par an, et que les groupes familiaux la fréquentent différemment. Le même participant fait remarquer que l'extrapolation des paramètres des agents de stress de la présence et du bruit des navires d'une petite zone de la mer des Salish à l'ensemble de leur aire de répartition lui pose un problème. Les auteurs répondent que ces limitations sont expliquées et clarifiées dans le texte. Ils proposent d'être plus clairs dans le document de recherche, puisque les données probantes du modèle ont recours à une portée spatiale limitée, basée sur la recherche en cours dans la mer des Salish et dans l'aire de répartition sud des épaulards résidents du nord. La plupart des observations ont eu lieu pendant l'été ou au début de l'automne. Les auteurs ajoutent qu'ils ont utilisé ces données, mais que leur portée spatiale et temporelle est limitée. Les auteurs conviennent de clarifier davantage dans les documents les hypothèses des données d'entrée du modèle en ce qui concerne l'extrapolation des menaces dans la mer des Salish, ou dans une période limitée à l'ensemble de l'aire de répartition observée dans la population. Un participant réitère que les données sur les matrignages ne sont pas incluses, puisque, si les matrignages ne se trouvent pas à proximité les uns des autres, aucune reproduction ne se produit. Toutefois, l'absence de femelles reproductrices est prise en compte dans le modèle. En théorie, le modèle pourrait tenir compte de l'exposition différentielle des groupes familiaux ou des matrignages à des informations

spatialement et temporellement explicites, mais il y aurait encore des lacunes en hiver et à d'autres périodes pour lesquelles il n'existe pas de données d'observation. L'application des menaces de la mer des Salish au reste du temps et de l'espace est une estimation prudente, puisque les menaces en dehors de ce temps et de cet espace peuvent différer. Il s'agit d'une hypothèse importante, mais il est à espérer qu'elle pourra être améliorée et affinée au fil du temps.

Un autre participant se dit préoccupé par le fait que, même si l'AVP tient compte des effets potentiels de la pollution et des ressources en proies, si les mesures de gestion visant à accroître la disponibilité du saumon ne sont pas rentables, il se peut que cela ne fonctionne pas. Toutefois, les choix de gestion fondés sur le modèle sont des questions qui se poseront, mais elles ne font pas partie de la portée du présent examen scientifique par les pairs. On note que l'on pourrait considérer l'application plus large de menaces moins spécifiques comme une approche de précaution, car l'information ou l'exposition relative aux menaces n'est pas toujours connue.

On se demande comment le modèle traite les populations d'épaulards résidents du nord et d'épaulards résidents du sud de façon plus ou moins indépendante, mais les épaulards résidents du nord peuvent se nourrir de saumons quinnat avant les épaulards résidents du sud à leur retour et on souhaite donc savoir si le modèle tient compte d'une prédation accrue sur ces stocks de saumon si l'abondance des épaulards résidents du nord augmentait. Bien que les épaulards résidents du nord et les épaulards résidents du sud ne se nourrissent pas exactement des mêmes stocks de saumon, les modèles ne tiennent actuellement pas compte de la possibilité de la concurrence. Les auteurs reconnaîtront dans le document de recherche qu'il s'agit d'une incertitude. L'interaction avec les épaulards migrateurs et les pinnipèdes qui se nourrissent de saumons quinnat n'a pas non plus été incluse dans le modèle, parce que les effets cumulatifs sur le saumon n'ont pas été pris en compte.

Un participant se demande si les projections des épaulards résidents ne sont pas trop lointaines dans l'avenir, compte tenu du grand nombre de paramètres qui changent. On note que le document doit indiquer explicitement que ces projections sont fondées sur les scénarios de paramètres d'entrée actuels, et non sur des menaces ou des agents de stress changeants. Les projections sont utiles pour voir la direction que prennent ces populations en fonction des conditions actuelles, plutôt que pour voir où nous en serons dans 100 ans. Les auteurs suggèrent de remplacer le nombre absolu d'animaux (p. ex. 65 animaux en x ans) dans la figure par une autre représentation, comme la taille de l'effet ou des projections relatives, pour évaluer les options.

Le président résume ces discussions et note que l'outil peut être utilisé, mais qu'il a des limites.

Le président souhaite ensuite avoir une discussion sur les limites de l'évaluation. Le groupe demande que les principales limites du modèle soient résumées dans les documents. On recommande également de placer les hypothèses au premier plan dans la section pertinente du document de recherche, avec les hypothèses clés énoncées dans l'avis scientifique. Toutefois, on note que le document ne devrait pas devenir une simple série d'hypothèses énumérées. On suggère, à titre de limite ou de considération générale, que tout modèle de ce genre présente une tension entre le fait de le rendre plus précis et plus détaillé et d'inclure de nombreux paramètres d'une part, et l'introduction d'une incertitude croissante dans les variables et les extrants d'autre part. Il peut sembler souhaitable d'ajouter toutes les menaces pour lesquelles nous disposons de données, mais plus nous ajoutons de variables, plus l'incertitude des sorties du modèle sera élevée. En résumé, le danger de l'accroissement de la complexité, c'est que le modèle pourrait réagir de façon inattendue et faire des projections apparemment raisonnables pour les mauvaises raisons.

On note qu'en ce qui concerne les défis cernés relativement aux données et aux lacunes dans les données, des programmes sont en cours pour fournir de nouveaux flux de données. Un participant demande ce qu'il faudrait faire pour rendre le modèle existant opérationnel afin qu'il puisse être exécuté sur une base annuelle et avec une participation considérablement réduite du Secteur des sciences. Les auteurs répondent que l'équipe a rapidement appris à utiliser le modèle et qu'elle a pu l'affiner et l'élargir pour y inclure de nouvelles menaces et de nouvelles données. Il nécessite une certaine expertise, mais cette dernière existe au sein du MPO.

Ensuite, on demande si le modèle devrait être exploité par le client, puisque les clients ont en partie la même formation que les auteurs. Vortex est un outil relativement convivial; par conséquent, le modèle pourrait être transféré aux clients formés qui exécuteraient les projections. La modification de la structure du modèle ou l'ajout de relations statistiques relèveraient probablement de la responsabilité du Secteur des sciences du MPO, mais Vortex est tout de même un outil convivial. Un participant fait remarquer qu'il faut s'assurer que les sorties du modèle ne sont pas mal interprétées. Ce n'est pas parce que le client peut exécuter le modèle qu'il comprend les hypothèses ou les extrants; le Secteur des sciences aura donc toujours un rôle à jouer. Un autre participant répond que si les hypothèses étaient énumérées dans le document de recherche et l'avis scientifique, elles devraient être claires pour les utilisateurs. L'interprétation des extrants est plus complexe que la simple exécution du modèle. Le Secteur des sciences aurait un rôle important à jouer dans l'utilisation de cette composante. Jusqu'à ce que le modèle devienne plus robuste, il devrait rester un outil du Secteur des sciences, mais la collaboration entre tous ces groupes est importante. Le client fait remarquer qu'il est disposé à travailler avec le modèle, mais qu'il aimerait obtenir des données scientifiques – l'équipe de la LEP ne prend pas des décisions seule. La mise en œuvre du rétablissement ne se ferait pas en fonction de la mise en œuvre du modèle par l'équipe de la LEP uniquement, mais en collaboration avec les collègues du MPO, le milieu universitaire, etc. pour s'assurer que les changements appuient l'objectif du rétablissement. Ils encouragent le maintien de la participation du Secteur des Sciences à l'avenir. La prise de décision structurée et la façon dont l'utilisation et la mise à jour de l'AVP s'inscriraient dans ce contexte seront le fruit d'un effort de coopération entre le Secteur des sciences, l'équipe de la LEP, la direction, etc. L'outil d'évaluation des effets cumulatifs pourrait servir à fournir des éléments probants à l'appui des décisions proposées à prendre par l'équipe de la LEP, à la suite d'une demande présentée au Secteur des sciences d'appliquer l'outil à des scénarios précis à mettre à l'essai.

Le président demande si le groupe s'accorde pour dire que l'outil est applicable. Les participants conviennent qu'il est applicable et qu'il devrait demeurer un outil du Secteur des sciences pour que l'on puisse continuer à le développer jusqu'à sa pleine efficacité. Le président demande s'il y a consensus à ce sujet. Un auteur croit que le client (l'équipe de la LEP) comprend comment le modèle est utilisé, parce qu'il a suivi la formation, et qu'il est entendu que l'équipe de la LEP peut demander au Secteur des sciences des scénarios de modèles et des simulations pour explorer différentes options dans l'avenir. Deux des auteurs ont été embauchés à titre d'experts en effets cumulatifs dans l'idée qu'ils appuieraient et développeraient des outils pour l'évaluation des effets cumulatifs, ce qui leur permettrait de continuer à travailler sur ce cadre particulier.

Le consensus est que le modèle est applicable, compte tenu des limites, et que l'outil peut être appliqué à d'autres données. Un participant manifeste son intérêt à appliquer ce modèle aux bélugas. On note qu'il semble que l'outil serait utile pour d'autres espèces, mais que les flux de données seraient différents. En l'état, il est utile pour des espèces comme les otaries de Steller ou les phoques communs en Colombie-Britannique. On fait remarquer que même si l'épaulard résident est l'une des espèces gérées par le MPO sur lesquelles on détient le plus de données, il y a encore de nombreuses lacunes en matière d'information. Le modèle peut être utilisé dans

des applications à données limitées. Lorsqu'il y a moins de données concernant l'incidence des menaces sur la dynamique des populations, le modèle pourrait servir de gabarit afin de mettre à l'essai des idées, par exemple, étudier quoi faire si un facteur s'aggrave. On pourrait utiliser des relations simples comme caractères génériques. L'outil pourrait servir à déterminer ce que l'on ne sait pas et à orienter la recherche. L'outil pourrait être utilisé de différentes façons en fonction de la quantité de données disponibles. Dans certains cas, il s'agit d'un bon outil pour les scientifiques; lorsqu'il existe plus de données, il peut être utilisé pour la gestion, mais il faut faire preuve de jugement quant à la valeur du modèle dans chaque situation. Le modèle fonctionne le mieux lorsqu'il est utilisé de façon collaborative par le Secteur des sciences, la direction et les clients pour avoir des conversations ouvertes sur les enjeux et sur son application.

Le président demande au groupe s'il est d'accord pour dire que les objectifs des points 1 et 2 du cadre de référence ont été atteints, et personne n'exprime son désaccord.

Point 3 du cadre de référence

Cette section a fait l'objet de discussions au cours des présentations, et le groupe convient que les discussions précédentes sont suffisantes pour traiter ce point.

AVIS SCIENTIFIQUES ET CONCLUSIONS DE LA RÉUNION

Tous les participants et les auteurs discutent de l'avis scientifique (AS) et s'entendent sur le contenu des points du résumé. Comme l'explique le président, l'avis scientifique devrait rendre compte de l'essence de la réunion, mentionner les sources d'incertitude, les résultats et les conclusions de l'examen du SCCS, et formuler des conseils scientifiques supplémentaires à l'attention de la direction.

Pendant la rédaction de l'avis scientifique, on souhaite que les demandes de l'équipe de la LEP restent claires et que l'avis rende compte séparément de ce que l'évaluation a permis d'établir. On demande également que l'avis scientifique comprenne une description claire du nombre total de liens relevés qui sont judicieux pour le cadre (et pas seulement le nombre d'idées générées) et indique les liens qui ne peuvent pas être utilisés en raison de données ou de connaissances limitées (liens en gris).

Un participant demande s'il existe un modèle qui ne tient compte que des données réelles sur les proies, sans inclure les autres menaces. On lui répond qu'on ne voudrait pas rédiger un rapport complet basé uniquement sur la modélisation des proies, parce que cela élimine l'aspect cumulatif de l'étude. On demande s'il est possible d'inclure une phrase sur la figure 23 (Simulations modélisées moyennes de scénarios à menace unique et scénario du modèle des effets cumulatifs) concernant les données réelles sur les proies. Toutefois, les auteurs répondent que, parmi les modèles individuels, ceux qui utilisent les données sur les proies fondées sur l'abondance historique du saumon quinnat sont les meilleurs, mais qu'ils ne fonctionnent tout de même pas aussi bien que le modèle des effets cumulatifs.

On discute de la différence entre une évaluation des effets cumulatifs et une analyse statistique multivariée. L'analyse statistique multivariée nécessiterait la série chronologique complète de toutes les menaces, qui n'était pas disponible à l'époque, et ne montrerait que la variable la plus explicative. Le cadre des effets cumulatifs n'est pas un modèle ou un test statistique unique et il peut être mis en œuvre à l'aide d'autres modèles. Le cadre comprend la détermination de la portée, les SE et la façon dont les intrants sont mis à l'essai et formulés. Le cadre des effets cumulatifs n'est pas un type de modèle particulier. Il n'est pas nécessaire d'intégrer une AVP; seule la structure du cadre est nécessaire pour qu'il s'agisse d'une évaluation des effets

cumulatifs. Pour effectuer une analyse corrélative, il faut être en mesure de tester une série chronologique complète. Pour mener une évaluation des effets cumulatifs, il faut aussi examiner les interactions, et il est difficile de faire les deux à la fois. On note que les auteurs doivent veiller à utiliser les expressions « évaluation des effets cumulatifs », « cadre des effets cumulatifs » et « modèle des effets cumulatifs » de manière uniforme.

On discute des figures à inclure dans l'avis scientifique; le groupe recommande que l'avis scientifique comprenne la figure du cadre, les liens des SE, le modèle des effets cumulatifs et les tendances observées. Le groupe demande également s'il est possible d'inclure les figures des projections, en particulier le déclin modélisé de la population au fil du temps. Un participant suggère que la projection soit limitée à 10 ans, mais les auteurs répondent qu'ils voulaient inclure au moins une génération pour les épaulards, car bien que la norme soit de trois générations, cette norme n'a pas été établie en fonction des épaulards.

Les sources d'incertitude à inclure dans l'avis scientifique comprennent l'hypothèse selon laquelle les menaces pèsent sur les populations d'épaulards résidents du nord et d'épaulards résidents du sud de la même manière. On ajoutera également une puce par menace pour les sources de données et de connaissances manquantes.

On note que les conclusions et les avis peuvent s'inspirer de ceux qui sont énoncés dans le document de travail.

La gestion adaptative est une autre considération qui n'entre pas dans le champ d'application, mais qui doit être prise en compte. Le modèle gagnerait à être affiné de façon itérative lorsque davantage de données seront disponibles et que la compréhension s'améliorera.

Le président demande si le groupe accepte le document de travail, et le groupe répond par l'affirmative. On demande également au groupe si tout le monde est d'accord pour mettre fin à la réunion un jour plus tôt, puisque les discussions sont en avance sur le calendrier, et personne ne s'oppose à cette décision.

Le président termine la réunion en interrogeant le groupe sur ce qu'il a aimé au sujet de la réunion et ce qu'il propose de changer. Le groupe a aimé le fait que le processus était très collaboratif et très constructif. Un participant fait remarquer que ce groupe était le plus obligeant qui se soit jamais retrouvé dans une salle du SCCS. Un autre observe que la souplesse des auteurs était appréciée – ils étaient disposés à modifier les chiffres sur la base de la discussion. La ponctualité et l'efficacité de l'animation du président sont également fort appréciées. Un participant remercie les auteurs du document de travail et note que le produit est le fruit d'un grand travail et de nombreuses discussions, et il tient à féliciter tous ceux qui ont participé. En ce qui concerne les changements au processus, on recommande d'envoyer le document de travail aux fins d'examen plus longtemps avant la réunion. Un participant fait remarquer qu'il faut discuter des méthodes d'examen par les pairs pour ce type de document et remercie les auteurs de s'être prêtés à ce processus. Un autre participant note qu'il aurait été utile de recevoir par courriel les nouveaux documents que les auteurs ont élaborés (faisant remarquer que tous les documents vus en salle ont également été communiqués au groupe virtuel) et aimerait que les présentations soient distribuées. En dernier lieu, on remarque qu'il serait avantageux d'avoir plus de consultations avant et pendant l'élaboration du modèle, et les auteurs sont d'accord.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier le président de la réunion, Gilles Olivier, les trois examinateurs officiels, Miriam O, Misty MacDuffee et Paul Paquet, le rapporteur, Jocelyn Nelson, ainsi que chacun des participants à la réunion pour leur précieuse contribution. Ils ont tous passé beaucoup de temps à examiner le document de travail, à participer au processus régional d'examen par les pairs ou à collaborer avec les auteurs pour sortir un produit final robuste.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Ford, J. K., Ellis, G. M., Olesiuk, P. F., & Balcomb, K. C. 2009. Linking killer whale survival and prey abundance: food limitation in the oceans' apex predator? *Biology Letters*, 6(1): 139-142.
- Gobas, F., and Ross, P.S. 2017. Health risk-based evaluation of emerging pollutants in Killer whales (*Orcinus orca*): priority setting in support of recovery. Unpublished research report.
- Hall, A.J., McConnell, B.J., Schwacke, L.H., Ylitalo, G.M., Williams, R., and Rowles, T.K. 2018. Predicting the effects of polychlorinated biphenyls on cetacean populations through impacts on immunity and calf survival. *Environmental Pollution* 233: 407-418.
- Lacy, R.C., Williams, R., Ashe, E., Balcomb III, K.C., Brent, L.J.N., Clark, C.W., Croft, D.P., Giles, D.A., MacDuffee, M., and Paquet, P.C. 2017. Evaluating anthropogenic threats to endangered killer whales to inform effective recovery plans. *Scientific Reports* 7(1):14119.
- Van Zandvoort, A. 2019. Review of contaminants of concern to Southern Resident Killer Whales and/or Chinook salmon. An evergreen report prepared for Environment and Climate Change Canada. Last modified April 4, 2019.
- Vélez-Espino L.A., Ford, J.K., Araujo, H.A., Ellis, G., Parken, C.K. and Sharma, R., 2014. Relative importance of Chinook salmon abundance on Resident Killer Whale population growth and viability. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 25(6): 756-780.
- Ward, E.J., Holmes, E.E. and Balcomb, K.C., 2009. Quantifying the effects of prey abundance on killer whale reproduction. *Journal of Applied Ecology*, 46(3): 632-640.

ANNEXE A : CADRE DE RÉFÉRENCE

Évaluation des effets cumulatifs sur les populations d'épaulards résidents du nord et du sud dans le Pacifique Nord-Est

Processus d'examen par les pairs régional – Région du Pacifique

Du 12 au 13 mars 2019

Nanaimo (Colombie-Britannique)

Président : Gilles Olivier

Contexte

Aux termes de la *Loi sur les espèces en péril*, le gouvernement fédéral s'est engagé à prévenir la disparition ou l'extinction des espèces sauvages, à assurer le rétablissement des espèces sauvages disparues, en voie de disparition ou menacées à la suite de l'activité humaine, et à gérer les espèces préoccupantes pour éviter qu'elles ne deviennent en voie de disparition ou menacées. Le ministre des Pêches et des Océans est le ministre compétent pour le rétablissement des espèces aquatiques en péril.

Trois écotypes distincts d'épaulards (*Orcinus orca*) habitent les eaux au large de la côte canadienne du Pacifique : l'épaulard du large, l'épaulard migrateur (de Bigg) et l'épaulard résident. L'écotype piscivore de l'épaulard résident se divise en deux groupes : les populations d'épaulards résidents du nord et du sud. Ces deux populations ont été inscrites comme menacées (épaulard résident du nord) et en voie de disparition (épaulard résident du sud), respectivement, en vertu de la LEP en 2003. Une évaluation des effets cumulatifs (EEC) est nécessaire afin d'aborder la mesure de rétablissement 11 du Plan d'action établi en vertu de la LEP pour ces populations (MPO 2017a). Cette mesure est définie comme suit : « Évaluer les effets cumulatifs des impacts anthropiques possibles sur les épaulards résidents à l'aide d'un cadre approprié d'évaluation des impacts sur les espèces aquatiques ». Les effets cumulatifs sont les effets combinés et additionnels que les menaces et les agents de stress provenant de multiples activités humaines peuvent avoir sur les individus, les populations, les communautés et les écosystèmes dans l'espace et le temps. Les trois menaces principales déterminées pour l'épaulard résident du nord et l'épaulard résident du sud sont les suivantes :

1. raréfaction des proies;
2. perturbations acoustiques et physiques;
3. contaminants environnementaux (MPO 2017a).

Le Programme sur les espèces en péril de Pêches et Océans Canada (MPO) a demandé à la Direction des sciences de lui fournir une évaluation des effets cumulatifs des trois principales menaces anthropiques sur les populations d'épaulard résident du nord et d'épaulard résident du sud. Jusqu'à présent, la plupart des recherches sur les menaces qui pèsent sur les épaulards ont étudié ces menaces isolément, par exemple en se concentrant uniquement sur les perturbations acoustiques ou la disponibilité des proies. Les évaluations des effets cumulatifs portent sur les effets de plusieurs menaces en transformant les impacts en une seule monnaie ou mesure, ce qui permet de comparer les menaces et leurs effets combinés sur la viabilité à long terme de la population. En collaboration avec des scientifiques et spécialistes américains et canadiens en mammifères marins, cette étude mettra à jour et fera progresser les méthodes antérieures d'analyse des trois principales menaces pesant sur les épaulards résidents (Lacy *et al.* 2017). Par exemple, la présente étude évaluera la menace des perturbations acoustiques posée par les navires commerciaux et les embarcations de plaisance et comprendra des données à jour sur l'abondance du saumon dans les stocks précis dont les épaulards résidents

du nord et du sud se nourrissent. De nouvelles recherches sur les contaminants, comme celles de l'Université Simon Fraser et du Washington State Department of Fish and Wildlife, seront prises en compte pour améliorer le traitement des contaminants dans le modèle.

L'évaluation des effets cumulatifs axée sur les espèces comprendra deux phases. La première est l'élaboration d'un modèle conceptuel de séquences des effets (SE) décrivant les impacts des menaces sur la mortalité et la fécondité de l'espèce. La seconde phase vise à paramétrer les impacts (p. ex. l'ampleur de l'effet pour chaque menace et son impact sur les indices vitaux) et à réaliser une analyse quantitative de la viabilité de la population (AVP) pour évaluer les effets cumulatifs. Ce projet s'appuiera sur les méthodes et les résultats de travaux antérieurs (Taylor et Plater 2001; Ward *et al.* 2009; Velez-Espino *et al.* 2014; Williams *et al.* 2017; Lacy *et al.* 2017) et tiendra compte des progrès récents de la recherche. Les effets d'événements à impact élevé et de faible probabilité, comme les déversements catastrophiques d'hydrocarbures, ne sont pas pris en compte dans cette évaluation. De plus, les mesures d'atténuation et de gestion potentielles ne seront pas évaluées. De plus amples renseignements sur les initiatives en cours visant à favoriser le rétablissement des épaulards sont disponibles sur le site Web du MPO (MPO 2019).

L'évaluation des effets cumulatifs découlant du présent examen régional par les pairs (ERP) du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) élargit les outils d'évaluation des effets cumulatifs dont dispose le MPO, et l'avis viendra étayer les efforts déployés dans le cadre du programme de la LEP en vue d'assurer la survie et le rétablissement de ces deux populations. Cette étude offre l'occasion d'intégrer les meilleures données scientifiques disponibles dans une seule évaluation qui englobe les trois menaces, les interactions entre elles et les impacts à long terme qui en découlent sur la population.

Objectifs

Le document de travail suivant sera examiné et servira de fondement aux discussions et aux avis sur les différents objectifs énumérés ci-après. La structure du modèle des séquences des effets et les intrants pour l'analyse quantitative de la viabilité de la population seront examinés, tel que recommandé dans MPO 2012 et entrepris dans MPO 2014 et MPO 2017b.

Murray, C., Hannah, L., Locke A. et al. Cumulative Effects Assessment for Northern and Southern Resident Killer Whale Populations in the Northeast Pacific. CSAP Working Paper 2017SAR01

Les objectifs précis de cet examen sont les suivants :

1. Examiner les différentes composantes de l'analyse quantitative pour l'évaluation des effets cumulatifs sur l'épaulard résident du nord et l'épaulard résident du sud, à savoir :
 - a. le modèle conceptuel de séquences des effets (SE);
 - b. l'analyse quantitative de la viabilité de la population (AVP);
 - c. et évaluer la pertinence biologique et l'applicabilité de chaque composante afin de refléter adéquatement les meilleures connaissances actuelles concernant les menaces et l'interaction des trois menaces prioritaires décrites dans le plan de rétablissement.
2. Examiner l'évaluation des effets cumulatifs qui en résultent pour les épaulards résidents et fournir des orientations sur l'utilité et l'applicabilité de l'approche pour les applications futures, y compris les limites (le cas échéant) de son utilisation pour d'autres populations et espèces pour lesquelles les données pourraient être insuffisantes.
3. Examiner et définir les incertitudes dans les données et les méthodes et mettre en évidence les lacunes dans les connaissances en vue de recherches futures.

Publications prévues

- Avis scientifique
- Compte rendu
- Document de recherche

Participation prévue

- Pêches et Océans Canada (Espèces en péril, Programme de protection des pêches, Océans, Sciences des océans et des écosystèmes et Gestion des écosystèmes et des pêches)
- Gouvernement fédéral (Environnement et Changement climatique Canada, Transports Canada)
- Premières Nations
- Province de la Colombie-Britannique
- Milieu universitaire
- Représentants de l'industrie (industrie maritime, industrie de la pêche, industrie de l'observation des baleines)
- Organisations non gouvernementales de l'environnement

Références

MPO. 2012. [Cadre d'évaluation fondé sur les risques visant à déterminer les priorités pour la gestion écosystémique des océans dans la région du Pacifique](#). Secr. can. consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/044.

MPO. 2014. [Projet pilote de cadre d'analyse du risque écologique visant à guider la gestion axée sur l'écosystème dans la zone de gestion intégrée de la côte nord du Pacifique](#). Secr. can. consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/026.

MPO. 2017a. [Épaulards \(*Orcinus orca*\) résidents du Nord et du Sud : plan d'action. Série de Plans d'action de la Loi sur les espèces en péril](#). Pêches et Océans Canada, Ottawa. v + 33 pp.

MPO. 2017b. [Cadre d'évaluation de la vulnérabilité des composantes biologiques aux déversements d'hydrocarbures provenant de navires](#). Secr. can. consult. sci. du MPO, Avis sci. 2017/032.

MPO 2019. Protection des baleines en voie de disparition au Canada. Dernière consultation : 14 janvier 2019.

Lacy, R.C., Williams, R., Ashe, E., Balcomb III, K.C., Brent, L.J.N., Clark, C.W., Croft, D.P., Giles, D.A., MacDuffee, M. et P.C. Paquet. 2017. Evaluating anthropogenic threats to endangered killer whales to inform effective recovery plans. *Scientific Reports* 7: 14119(1): 2045-2322pp.

Taylor, M.F.J. et B. Plater. 2001. Population viability analysis for the southern resident population of the killer whale (*Orcinus orca*). Center for Biological Diversity Electronic Resource.

Vélez-Espino, L.A., Ford, J.K., Araujo, H.A., Ellis, G., Parken, C.K. et Sharma, R., 2015. Relative importance of Chinook salmon abundance on resident killer whale population growth and viability. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 25(6), pp.756-780.

Ward, E.J., Holmes, E.E. et Balcomb, K.C., 2009. Quantifying the effects of prey abundance on killer whale reproduction. *Journal of Applied Ecology*, 46(3), pp.632-640.

Williams, R., Lacy, R.C., Ashe, E., Hall, A., Lehoux, C., Lesage, V., McQuinn, I. et Pourde, S., 2017. Predicting Responses of St. Lawrence Beluga to Environmental Change and Anthropogenic Threats to Orient Effective Management Actions. Canadian Science Advisory Secretariat.

ANNEXE B : RÉSUMÉ DU DOCUMENT DE TRAVAIL

Les populations d'épaulards résidents du nord et du sud qui habitent les eaux de la côte du Pacifique canadien sont inscrites comme étant menacées (épaulard résident du nord) et en voie de disparition (épaulard résident du sud) en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). De multiples menaces anthropiques ont des répercussions sur ces populations, et le plan de rétablissement de la LEP élaboré pour ces populations a déterminé que l'évaluation des effets cumulatifs de ces menaces est une priorité élevée. L'évaluation des effets cumulatifs (ÉEC) comprend deux composantes : un modèle conceptuel des séquences des effets (SE) qui éclaire le modèle d'analyse de la viabilité de la population (AVP) subséquent. Le modèle de séquence des effets résume la compréhension actuelle de chaque menace prioritaire (disponibilité des proies, perturbations et contaminants) et décrit la structure des menaces dans l'évaluation, y compris les interactions des menaces et les impacts potentiels sur des paramètres de la population (taux de natalité et de mortalité). Le modèle de l'analyse de la viabilité de la population utilise les données les plus récentes disponibles sur les menaces pour quantifier l'effet de celles-ci sur les paramètres de la population et, avec les données démographiques, explorer les tendances de la croissance et du déclin de la population selon différents scénarios de menace. Des scénarios des menaces individuelles et cumulatives ont été élaborés et testés en comparant la croissance démographique prévue à la croissance démographique observée de 2000 à 2017. Parmi tous les modèles de menaces individuelles et combinées analysés, c'est le modèle de menaces cumulatives qui tient compte de toutes les menaces prioritaires (disponibilité des proies, perturbations acoustiques, collisions avec les navires et contamination par les BPC) qui a prédit les taux de population les plus proches de ceux observés dans les deux populations. Les prédictions du modèle suivent de près les données démographiques observées pour l'épaulard résident du nord; il s'agit du modèle le plus proche de la taille de la population observée pour l'épaulard résident du sud, mais il n'incluait pas les valeurs observées dans les limites de l'incertitude. Lorsque les données historiques modélisées du saumon quinnat ont été ajoutées dans la prédiction du modèle, plutôt qu'une valeur d'indice du saumon quinnat choisie au hasard, l'ajustement s'est amélioré pour l'épaulard résident du sud et les limites d'incertitude des deux modèles englobaient les valeurs observées, ce qui semble indiquer que le modèle cumulatif est une représentation valide du système. Les résultats de cette évaluation des effets cumulatifs appuient fortement le rôle important que joue la disponibilité des proies dans la trajectoire de ces populations. La méthode décrite dans ce travail illustre un outil potentiellement utile pour les gestionnaires et les scientifiques, qui a été perfectionné et mis à l'essai à l'aide de l'information la plus récente sur les menaces qui pèsent sur ces populations. Il peut être un moyen utile pour les gestionnaires d'explorer les impacts potentiels sur la démographie de la population selon les différents scénarios proposés d'atténuation et de gestion. Il convient de noter que comme la qualité des sorties du modèle ne peut que refléter celle des intrants, les changements dans l'exposition aux menaces naturelles et anthropiques peuvent influencer sur l'exactitude du modèle. Il convient d'appliquer une approche itérative afin que les intrants et la structure des modèles soient régulièrement examinés et mis à jour pour inclure les nouvelles informations sur les menaces existantes et ajouter de nouvelles menaces à mesure que ces populations sont mieux connues.

ANNEXE C : ORDRE DU JOUR

Réunion d'examen régional par les pairs (ERP) du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)

Évaluation des effets cumulatifs sur les populations d'épaulards résidents du nord et du sud dans le Pacifique Nord-Est

Du 12 au 14 mars 2019¹

Nanaimo, (C.-B.)

Président : Gilles Olivier

JOUR 1 – Mardi 12 mars

Heure	Sujet	Présentateur
9 h	Présentations Examen de l'ordre du jour et gestion interne Aperçu et procédure du SCCS	Président
9 h 15	Examen du cadre de référence	Président
9 h 30	Présentation du document de travail – Aperçul	Auteurs
10 h	Aperçu des évaluations écrites (au besoin)	Président + Examineurs et auteurs
10 h 30	Pause	
10 h 45	Présentation du document de travail – Séquences des effets	Auteurs
11 h 30	Aperçu des évaluations écrites – Séquences des effets	Président + Examineurs et auteurs
12 h	Pause-repas	
13 h	Présentation du document de travail – Analyse de la viabilité de la population	Auteurs
14 h	Aperçu des évaluations écrites – Analyse de la viabilité de la population	Président + Examineurs et auteurs

¹ Cet examen par les pairs régional a été prévu pour trois jours mais a été conclu en deux jours. L'ordre du jour a été suivi mais le calendrier a été comprimé.

Heure	Sujet	Présentateur
14 h 30	Définition des enjeux clés aux fins de discussion en groupe	Participants à l'examen régional par les pairs
14 h 45	Pause	
15 h	Définition des enjeux clés aux fins de discussion en groupe, suite	Participants à l'examen régional par les pairs
16 h 30	Levée de la séance	

JOUR 2 – Mercredi 13 mars

Time	Sujet	Présentateur
09 h	Examen de l'ordre du jour et gestion interne Récapitulation de la première journée (<i>au besoin</i>)	Président
9 h 15	Définition des enjeux clés aux fins de discussion en groupe, suite	Participants à l'examen régional par les pairs
10h 30	Pause	
10 h 45	Définition des enjeux clés aux fins de discussion en groupe, suite	Participants à l'examen régional par les pairs
12 h	Pause-repas	
13 h	Discussion et résolution des résultats et conclusions	Participants à l'examen régional par les pairs
14 h 45	Pause	
15 h	Établir un consensus sur l'acceptabilité du document et sur les révisions convenues (objectifs du cadre de référence)	Participants à l'examen régional par les pairs
16 h 30	Levée de la séance	

JOUR 3 – Jeudi 14 mars

Time	Sujet	Présentateur
9 h	Examen de l'ordre du jour et gestion interne Récapitulation de la deuxième journée (<i>au besoin</i>)	Président
9 h 15	<i>Avis scientifique (AS)</i> Établir un consensus sur les éléments suivants en vue de leur inclusion : <ul style="list-style-type: none">• Points saillants• Sources d'incertitude• Résultats et conclusions• Figures et tableaux <i>Avis supplémentaire pour la direction (au besoin)</i>	Participants à l'examen régional par les pairs
10 h 30	<i>Pause</i>	
10 h 45	<i>Avis scientifique (suite)</i>	Participants à l'examen régional par les pairs
12 h	<i>Pause-repas</i>	
13 h	Prochaines étapes – Examen par le président <ul style="list-style-type: none">• Processus d'examen et d'approbation de l'avis scientifique et échéanciers• Échéanciers relatifs au document de recherche et au compte rendu <i>Autres questions (au besoin)</i>	Président et participants
14 h 30	<i>Levée de la séance</i>	

ANNEXE D : EXAMENS DU DOCUMENT DE TRAVAIL

EXAMINATRICE : MIRIAM O, PÊCHES ET OCÉANS CANADA

Commentaires généraux

Les auteurs ont fait un excellent travail avec ce document. La méthode est bien documentée et bien pensée, s'appuie sur les évaluations des effets cumulatifs existantes et fournit de bonnes justifications pour la démarche adoptée. La méthode est raisonnable; le document est détaillé, clair et bien écrit, et il est bien étayé par des citations et des justifications.

Mon examen portait principalement sur l'ensemble de la démarche et du cadre proposés, en raison de mon expérience dans l'élaboration de cadres et de séquences des effets similaires. Je ne possède pas de connaissances spécialisées sur les méthodes ou modèles spécifiques d'analyse de la viabilité de la population ni sur l'exactitude des données d'entrée de la population utilisées dans ces modèles pour les épaulards résidents du sud et du nord. Toutefois, je crois que les auteurs ont fourni une description claire des méthodes d'AVP utilisées dans cette évaluation, ainsi que des justifications claires de la méthode et des intrants utilisés.

En me fondant sur l'ordre du jour prévu, j'ai divisé mes commentaires en commentaires généraux, suivis de points plus précis sur les sections concernant les séquences des effets et l'AVP.

Aperçu

- Les auteurs énoncent clairement le contexte et le but de cette évaluation. Il serait utile de fournir des renseignements sur la façon dont cette évaluation sera utilisée dans le processus décisionnel de gestion. Cependant, je ne sais pas s'il existe un modèle de prise de décision structuré. Si c'est le cas, l'inclusion d'une description ou d'un diagramme ou d'une figure du cadre serait très utile. S'il n'en existe pas, je recommande fortement qu'un processus soit élaboré (par les gestionnaires et les scientifiques) afin de déterminer clairement les situations dans lesquelles cette évaluation scientifique sera utilisée par rapport à d'autres considérations importantes (culturelles, sociales, économiques) ou aux commentaires des intervenants. D'après mon expérience en prestation d'avis scientifiques à la direction, il s'agit d'une étape cruciale pour le succès de toute initiative ou décision ministérielle exigeant l'intégration des commentaires de divers groupes. Elle permet non seulement de définir clairement les rôles et les responsabilités, mais aussi de mettre en évidence les domaines dans lesquels différentes contributions sont nécessaires à la prise de décisions (scientifiques, socioculturelles, économiques), ce qui facilite grandement le recensement et la communication des lacunes dans les connaissances et la compréhension, tant à l'interne qu'à l'externe.
- Le tableau 1 de la page 3 donne une orientation très claire du plan d'action en vertu de la LEP. Bien que ce document ne traite que de la MR 11, les deux autres mesures de rétablissement ne sont pas indépendantes de la MR 11, ni l'une de l'autre. Je pense qu'un texte supplémentaire pourrait être ajouté à cette section pour discuter de la façon dont ces MR peuvent être liées, bien que l'accent soit mis sur la MR 11 (en d'autres termes, peut-on utiliser la démarche proposée pour la MR 11 pour éclairer la gestion des pêches (MR 6) ou pour évaluer les impacts du projet?). Ma recommandation en faveur d'un modèle décisionnel structuré aiderait à répondre aux questions suivantes : qui s'occupe des mesures de rétablissement 6 et 17? Existe-t-il des processus sur la façon dont ces MR seront traitées, et quels avis scientifiques sont nécessaires (le cas échéant) pour ce faire?

-
- Le cadre proposé offre un excellent moyen d'évaluer les effets cumulatifs compte tenu du but et du contexte particuliers – de multiples agents de stress sur deux populations d'une même espèce, au sujet desquelles on en sait beaucoup (relativement parlant pour les espèces marines) sur les paramètres du cycle biologique et les tendances et recensements des populations, ainsi que les impacts des agents de stress d'origine naturelle et anthropique. Il s'agit d'un excellent complément à la « boîte à outils » croissante de l'évaluation cumulative. Très souvent, une méthode « universelle » est demandée pour l'évaluation cumulative, alors qu'il s'agit d'une tâche impossible. Les méthodes à employer varient en fonction des objectifs visés (p. ex. une évaluation par région ou une évaluation par espèce ou population), et leurs échelles spatiales/temporelles ainsi que l'état des données ou des connaissances varient. Je recommande de faire suivre ce travail d'un manuel des pratiques exemplaires pour lequel les méthodes et modèles existants sont proposés pour les évaluations cumulatives à effectuer dans différentes circonstances (p. ex. données et connaissances disponibles) et à des fins différentes (p. ex. répartition spatiale ou espèces). Je crois que les auteurs ont déjà fait de grands progrès en ce qui concerne la description des différents types d'évaluations cumulatives, de sorte que les pratiques exemplaires seraient une prochaine étape logique.
 - La qualité de cette évaluation et l'utilité des extraits témoignent du travail acharné des auteurs, mais aussi de l'importance d'avoir un objectif clair – elle souligne l'importance d'objectifs et de demandes claires de la part des gestionnaires, dans ce cas-ci fournis par les MR du plan d'action en vertu de la LEP.
 - Je félicite les auteurs de s'être appuyés sur les travaux existants d'autres intervenants dans le domaine de l'évaluation des risques et de l'évaluation cumulative (et de leur en avoir accordé le mérite), ainsi que sur l'expertise relative aux espèces et aux populations, au lieu de réinventer la roue. Ils ont intégré leurs méthodes à d'autres évaluations et ont modifié les méthodes et les démarches au besoin, en fournissant des justifications claires à cet égard.
 - Une discussion sur les prochaines étapes et l'applicabilité de cette méthode à d'autres fins serait très utile. Cette section pourrait aborder des questions sur l'extensibilité générale de la méthode à d'autres espèces ou groupes d'espèces (p. ex. le travail de Janelle Curtis sur l'AVP pour le saumon ou les EMV), ou la possibilité de l'élargissement du modèle d'AVP propre à la population ou de son remplacement par des modèles de communautés ou d'écosystèmes pour examiner les impacts sur des systèmes plus vastes (p. ex. le modèle d'écosystème OSMOSE de Caihong Fu). Si on ne le fait pas dans le document de recherche, on pourrait le faire dans l'avis scientifique.

Commentaires particuliers

Contexte

1.1.1 Tendances des populations

- L'augmentation constante de la taille de la population illustrée à la figure 2 pourrait-elle être attribuable à un effort accru de surveillance, en particulier après 2001, lorsque le groupe de recherche sur les mammifères marins du MPO a été formé? Dans l'affirmative, il faudrait le mentionner comme une raison possible de l'augmentation.

1.1.4 But de l'évaluation

- Les principaux commentaires se trouvent dans la section de l'aperçu ci-dessus. Le tableau 1 de la page 3 donne une orientation très claire du plan d'action en vertu de la LEP. Bien que ce document ne traite que de la MR 11, les deux autres mesures de rétablissement ne sont pas indépendantes de la MR 11, ni l'une de l'autre. Je pense qu'un texte supplémentaire pourrait être ajouté à cette section pour discuter de la façon dont ces MR peuvent être liées, bien que l'accent soit mis sur la MR 11 (en d'autres termes, peut-on utiliser la démarche proposée pour la MR 11 pour éclairer la gestion des pêches (MR 6) ou pour évaluer les impacts du projet?).
- La terminologie « aigu » et « chronique » est-elle utilisée comme le montre la MR 6? Dans l'affirmative, ces termes sont utilisés dans un contexte très différent de leur définition habituelle. Je trouve déroutant et distrayant de voir le texte tel quel sans en faire mention dans ce document.

Figure 4

- Il s'agit d'une figure très claire et très utile qui décrit les étapes de l'évaluation entreprise.
- Le texte de la 2^e case (séquence des effets) semble être coupé.

1.4 Objectifs

- Les objectifs de ce document de travail sont clairs et assez précis.
- Un autre objectif qui, à mon avis, aurait pu être très utile aurait été de fournir des conseils sur la façon dont cette évaluation pourrait éclairer les gestionnaires ou être utilisée par eux – je pense que ce document fournit quelques conseils préliminaires à ce sujet dans la section des conclusions; ils pourraient être étoffés.

2 Modèle conceptuel des séquences des effets

- La section des définitions, de la structure et des extraits explique très bien le type de séquence des effets utilisé pour cette évaluation, ce qu'il fait et comment cette information est utilisée dans l'évaluation des effets cumulatifs.
- Les auteurs soulignent que la première étape de l'élaboration d'un modèle de séquence des effets consiste à établir la portée des agents de stress et des critères d'effets qui, dans ce cas-ci, ont été déterminés précédemment par les mesures de rétablissement et les documents du programme de rétablissement.
- La détermination de critères d'effets appropriés liés aux buts et aux objectifs de l'évaluation (étape E de la phase de détermination de la portée de la figure 4) est essentielle à l'élaboration de modèles de séquences des effets utiles. Ce n'est pas toujours aussi simple qu'il n'y paraît, en particulier lorsque les objectifs sont larges ou mal définis, par exemple lorsqu'il s'agit de déterminer des mesures pour une population, une espèce ou un écosystème « sains ».
- Je crois que l'inclusion des types d'interaction entre les agents de stress est une nouveauté pour les modèles de séquences des effets, du moins ceux qui ont déjà été élaborés au sein du ministère. Il s'agit d'un ajout très utile, puisque cette information est nécessaire à la prochaine étape de l'évaluation, qu'il s'agisse d'une AVP ou d'un modèle d'évaluation des risques.
- Des modèles de séquences des effets distincts ont été élaborés pour les effets directs et les effets par interaction afin de simplifier l'interprétation, et je comprends la nécessité d'une telle démarche. Cependant, le fait d'avoir deux modèles de séquences des effets distincts peut fausser la représentation du nombre total d'effets et des diverses séquences découlant

des quatre principaux agents de stress. Je suis certaine que les auteurs ont essayé d'élaborer un grand modèle de séquence des effets comprenant les deux effets. J'aimerais savoir ce qu'ils en pensent.

- Le paragraphe qui suit la figure 6 à la page 9 fournit des informations clés et une clarification importante qui manque dans de nombreuses descriptions de modèles de séquences des effets. Il énonce les hypothèses des modèles et explique que les détails et la quantification des liens sont étudiés à l'étape suivante de l'évaluation, qui, dans ce cas, est une AVP. D'après mon expérience, on a souvent confondu les modèles de séquences des effets avec une évaluation des risques en soi, alors qu'en fait, ils fournissent les informations et les sources de données à l'appui pour chaque lien du modèle, sur lequel une évaluation plus quantitative est fondée.
- Chaque lien indiqué dans la représentation visuelle du modèle de séquence des effets est étayé par une justification bien rédigée, y compris des citations, des sources de données ou l'analyse d'experts, si nécessaire.
- Tollit *et al.* 2017 doit être ajouté à la liste de références.

Effets des prélèvements

- Je suis heureuse de voir cette « menace historique » reconnue et prise en considération ici. Il est important d'établir le contexte, surtout compte tenu de la petite taille de la population des épaulards résidents du sud et de l'effet à long terme que ces prélèvements ont eu sur la structure de la population d'une espèce à la durée de vie aussi longue.

Discussion sur les séquences des effets

- « L'élaboration du modèle conceptuel de séquences des effets illustre et récapitule les données probantes sur la structure conceptuelle du système à l'étude. Cette structure constitue la base de la modélisation de l'analyse de viabilité de la population dans la section suivante du document. »
 - Il s'agit d'une excellente description de l'objet d'un modèle conceptuel des séquences des effets et de la façon dont ses résultats sont utilisés à l'étape suivante de l'évaluation, dans le cas présent une AVP.
- Les auteurs présentent à la section 2.9 le modèle de séquence des effets qui en résulte, modifié pour ne représenter que les parties qui pourraient être paramétrées dans l'AVP (en fonction des données probantes fournies). C'est la première fois que je vois cela, et je pense que c'est très utile, en ce sens que les auteurs montrent comment les agents de stress ou les impacts présumés sont affinés ou éliminés en raison du manque de données probantes. Habituellement, seul le modèle final des séquences des effets est présenté, avec tous les liens présents et les lignes pointillées utilisées pour les liens qui sont incertains. Non seulement les liens ont changé, mais les séquences des effets directs et par interaction sont maintenant montrées dans un seul modèle conceptuel des séquences des effets. Les agents de stress ont maintenant été affinés et caractérisés sur la base des informations recueillies au cours du processus de collecte des données probantes pour le texte de justification à l'appui.

Analyse de la viabilité de la population

- Je ne suis pas une experte en modèles d'AVP; je limiterai donc mes commentaires à la description et à la justification des méthodes et des résultats par les auteurs dans le texte, plutôt qu'à la question de savoir s'ils sont adéquats pour appuyer les conclusions énoncées.
- Les auteurs expliquent clairement les méthodes et les paramètres utilisés dans les modèles de population pour les épaulards résidents du sud et les épaulards résidents du nord.

-
- Telles que décrites, les méthodes semblent appropriées pour cette évaluation, et les résultats appuient les conclusions des auteurs. Cependant, je ne connais pas beaucoup de modèles d'AVP et je ne peux pas dire si d'autres modèles ou paramètres seraient plus appropriés compte tenu des objectifs de la présente évaluation ou des circonstances données.
 - À la page 29, l'âge maximal de reproduction est indiqué par erreur comme étant de 90 ans pour les mâles dans le texte, mais devrait être de 70 ans si l'on se fonde sur le tableau 8.
 - Les sections sur la vérification et la validation du modèle, ainsi que les divers scénarios des menaces individuelles et cumulatives, sont bien rédigés et étayés par des données et des citations.

Discussion

- Dans l'ensemble, j'ai trouvé que les données et les méthodes figurant dans ce document sont expliquées de façon suffisamment détaillée pour permettre d'évaluer correctement les conclusions.
- À la page 58, les auteurs déclarent : « *L'évaluation systématique des menaces individuelles et combinées dans les scénarios du modèle permet d'examiner quelles menaces (ou combinaisons de menaces) expliquent le mieux la croissance de la population observée et peuvent à leur tour avoir une plus grande influence sur les trajectoires et les caractéristiques démographiques de ces populations d'épaulards* ». Le lecteur devrait être renvoyé à la section 5.2 (Comparaison des menaces individuelles) pour consulter la discussion sur les menaces qui semblent être à l'origine des trajectoires ou des données démographiques de la population.
- De même, les auteurs mentionnent que cette méthode d'évaluation cumulative a des utilisations plus étendues, mais n'en disent pas plus long – j'aimerais que le texte contienne quelques suggestions sur la façon dont cette méthode pourrait être utile aux gestionnaires et aux scientifiques.
- Dans la section 5.2, il est écrit que : « *Les résultats de cette évaluation des effets cumulatifs appuient fortement l'importance de la disponibilité des proies pour déterminer la trajectoire de ces populations, et ils sont conformes aux travaux antérieurs (Lacy et al. 2017, Vélez-Espino et al. 2014b; Ford et al. 2009, 2010; Ward et al. 2009)* ». Cependant, à la page 13 (section 2.4), les auteurs indiquent que les études de Vélez-Espino et de Ward n'ont trouvé aucune preuve statistique d'une relation entre les stocks de saumons kéta et d'autres espèces de saumon et la mortalité ou la fécondité des épaulards résidents. Compte tenu de ce qui précède, ces études devraient-elles être citées ici?

Hypothèses et incertitudes

- Les incertitudes liées à l'ajustement du modèle et aux paramètres de la population et des menaces sont bien décrites dans cette section, de même que les hypothèses des séquences des effets et de l'AVP.
- Les auteurs abordent la difficulté d'inclure les menaces à faible probabilité et à conséquences élevées dans la modélisation de simulation et suggèrent de réduire la population de 50 à 75 % pour vérifier si la population modèle serait suffisamment résiliente pour se rétablir d'une catastrophe comme un déversement de pétrole ou une épidémie de maladie. Je pense que ce pourrait être un moyen très utile d'évaluer ce risque et toute mesure d'atténuation proposée.

Conclusions

- Je suis d'accord avec les auteurs pour dire que ce modèle d'analyse de la viabilité de la population d'après les effets cumulatifs pourrait servir d'outil d'aide à la décision – pour établir l'ordre de priorité des menaces (en fonction de l'effet sur la persistance à long terme de la population) ou pour évaluer comment les changements apportés aux paramètres ou aux menaces (existants ou supplémentaires) auront une incidence sur la viabilité de la population. On pourrait simuler les impacts de différents scénarios ou de différentes mesures de gestion pour les menaces individuelles.
- Je pense qu'il serait utile d'ajouter à cette section une discussion sur les applications potentielles de cette méthode à d'autres fins – p. ex. l'extensibilité générale de la méthode à d'autres espèces, groupes d'espèces, communautés ou écosystèmes, pour examiner les impacts sur des systèmes plus larges.

EXAMINATEURS : MISTY MACDUFFEE, RAINCOAST CONSERVATION FOUNDATION ET PAUL PAQUET, UNIVERSITÉ OF VICTORIA ET RAINCOAST CONSERVATION FOUNDATION

Aperçu

Bien conçu, bien écrit et techniquement valable, le manuscrit (un rapport d'étape sur les études en cours) évalue les effets cumulatifs des menaces qui pèsent sur les épaulards résidents du nord et du sud de la Colombie-Britannique, qui sont actuellement exposés à divers degrés d'influence anthropique. L'évaluation des effets cumulatifs (ÉEC) comprend deux composantes : un modèle conceptuel des séquences des effets (SE) qui éclaire ensuite un modèle d'analyse de la viabilité de la population (AVP).

L'élaboration du modèle conceptuel de séquences des effets illustre et récapitule les données probantes sur la structure conceptuelle du système à l'étude. Le modèle des séquences des effets résume la compréhension actuelle de toutes les menaces prioritaires selon la LEP, qui sont définies comme étant la disponibilité des proies, les perturbations et les contaminants. La structure de ces menaces est théoriquement décrite dans l'évaluation, y compris les liens avec les menaces et leur influence et interactions potentielles sur les taux de natalité et de mortalité. Dans les études antérieures, les liens entre les menaces prioritaires et l'AVP étaient implicites sur le plan conceptuel, mais pas explicites, ce qui constitue donc un progrès important.

Le modèle de la viabilité de la population est le plus complet à ce jour pour les épaulards résidents du sud, et le premier en son genre pour les épaulards résidents du nord. Il combine des données empiriques sur les menaces et des données démographiques afin de quantifier comment les menaces peuvent influencer sur la persistance de la population d'épaulards, en élucidant les tendances de la croissance et du déclin de la population dans différents scénarios de menaces. Les essais itératifs et les analyses de sensibilité aident à caractériser les contributions des différentes menaces à la dynamique des populations, à la fois de façon singulière et interactive, révélant les limites ou les faiblesses de la structure du modèle et des données utilisées pour le paramétrer.

Il s'agit de la première évaluation des effets cumulatifs (examen par les pairs et littérature grise) dont nous ayons connaissance qui examine les populations d'épaulards résidents du nord et d'épaulards résidents du sud et, à ce titre, elle constitue une contribution importante à notre compréhension des interactions des menaces. Comme les auteurs le font remarquer, l'évaluation systématique des menaces individuelles et des menaces combinées potentiellement en interaction dans les scénarios du modèle permet d'examiner quelles menaces (ou combinaisons de menaces) expliquent le mieux la croissance de la population observée et pourraient à leur tour avoir une plus grande influence sur les trajectoires et les caractéristiques démographiques de ces populations d'épaulards.

Parmi les différents modèles de menaces individuelles et combinées analysés, le modèle qui tenait compte de toutes les menaces prioritaires connues (disponibilité des proies, perturbations acoustiques, collisions avec les navires et contamination par les BPC) suivait le mieux les taux de croissance de la population historiques observés dans les deux populations. Les prédictions du modèle ont suivi de près la taille, la structure et les changements temporels observés en réponse à la naissance, à la migration, au vieillissement et à la mort des épaulards résidents du nord. Bien que les valeurs observées n'aient pas été incluses dans les limites de l'incertitude, les prévisions du modèle se rapprochaient le plus du taux de croissance historique de la population et de la structure par âge et par sexe documentés pour les épaulards résidents du sud. Il est cependant intéressant de constater que, lorsque les données historiques du modèle du saumon quinnat ont été incluses dans la prédiction du modèle plutôt qu'une valeur d'indice du saumon quinnat choisie au hasard, l'ajustement s'est amélioré pour les épaulards résidents

du sud. Par conséquent, les limites d'incertitude des deux modèles comprenaient les taux vitaux annuels historiques observés pour la mortalité et la fécondité (naissances et décès). Cela signifie que les modèles des effets cumulatifs reflètent les systèmes écologiques réels décrits pour les épaulards résidents du nord et les épaulards résidents du sud.

L'un des principaux résultats de cette évaluation des effets cumulatifs, c'est qu'elle appuie fortement le rôle important que joue la disponibilité des proies dans la trajectoire de ces populations.

Le *résumé* et l'*introduction* établissent clairement le besoin de cette recherche et sa pertinence. La description explicite du contexte et de l'état actuel des connaissances sur les menaces prioritaires, les interactions et les impacts, en particulier les incertitudes et les limites, a fourni un modèle conceptuel des séquences des effets solides fondé sur des données probantes, qui a servi de fondement à l'évaluation.

Les *données et méthodes* ciblent adéquatement les principales questions, sont techniquement solides et expliquées de façon suffisamment détaillée pour permettre une évaluation adéquate des conclusions. À quelques exceptions et améliorations près, les méthodes suivent largement d'autres études qui ont fait l'objet d'un examen par les pairs et qui ont été publiées, ou s'en inspirent. Voici deux changements notables constituant des améliorations méthodologiques importantes par rapport aux AVP précédentes :

- l'utilisation des taux vitaux de référence provenant de la population d'épaulards résidents du sud de l'Alaska, relativement peu perturbée;
- l'ajout de menaces au modèle comme modificateurs de ces taux.

Cette approche diffère de celle de Lacy *et al.* (2017) pour les épaulards résidents du sud, dans laquelle la « base de référence » est définie par les taux démographiques moyens observés récemment (c.-à-d. qu'elle comprend les menaces actuelles pesant sur la population), et l'on fait ensuite varier les niveaux de menace pour évaluer l'effet sur la dynamique des populations. L'utilisation des taux vitaux provenant des épaulards résidents de l'Alaska relativement peu perturbés comme base de référence représente un progrès considérable par rapport aux travaux antérieurs.

Les *résultats* sont présentés de façon claire et logique et sont justifiés par les données fournies. Il est intéressant de constater que les modèles des menaces individuelles ne correspondaient pas étroitement à la dynamique de la population observée. Cependant, parmi tous les modèles de menaces individuelles et combinées analysés, c'est le modèle de menaces cumulatives qui tient compte de toutes les menaces prioritaires (disponibilité du saumon quinnat, perturbations acoustiques et contaminants) qui a prédit les taux de croissance de la population les plus proches de ceux qui ont été observés historiquement chez les deux populations. Les résultats du scénario du modèle des effets cumulatifs correspondent plus étroitement aux données observées pour l'épaulard résident du nord que pour l'épaulard résident du sud. Néanmoins, nous pensons qu'il serait utile pour les auteurs de noter que les causes originales de la mise en danger de l'épaulard résident pourraient différer des menaces actuelles, et ne sont pas prises en compte dans le modèle. Par conséquent, les évaluations de la viabilité des populations qui utilisent les menaces actuelles pourraient ne pas refléter les conditions historiques.

Il convient de signaler que l'évaluation de l'effet durable des prélèvements aux fins d'exposition dans des aquariums est une considération importante pour la population d'épaulards résidents du sud, puisque beaucoup plus d'individus ont été prélevés de cette population que de la population d'épaulards résidents du nord. Le modèle de l'AVP a servi à examiner ce qui aurait pu arriver à la trajectoire de la population d'épaulards résidents du sud si ces individus étaient restés dans la population. Il a permis de conclure que même si la population n'avait peut-être

pas augmenté au cours des quatre dernières décennies, la taille de la population serait probablement stable à des effectifs beaucoup plus élevés et plus robustes.

Les *conclusions* répondent de manière justifiable aux principales questions posées par les auteurs dans l'introduction et sont pleinement étayées par les résultats des analyses. Les hypothèses sont explicitement reconnues et prises en compte, reflétant l'incertitude des données et des analyses. L'interprétation des résultats fait l'objet d'une discussion appropriée dans le contexte de la littérature antérieure. Nous notons que les conclusions sont informatives et non prescriptives en ce qui concerne les recommandations à l'intention des décideurs (il n'y en a aucune).

Les *tableaux et les figures* sont décrits de façon claire et exhaustive, mais certains seraient plus instructifs s'ils comprenaient des dates et des lieux et de meilleurs descripteurs de légende. Bien des lecteurs ne regarderont que les tableaux et les figures sans lire le texte principal du manuscrit. Par conséquent, il pourrait être judicieux de veiller à ce que les tableaux et les figures soient indépendants du texte et communiquent clairement les résultats les plus significatifs.

Résumé des contributions importantes

1. Examen et explication des effets des captures aux fins d'exposition dans des aquariums sur la structure et la dynamique de la population d'épaulards résidents.
2. Utilisation des taux vitaux de base des épaulards résidents du sud de l'Alaska pour examiner le potentiel reproductif.
3. Nouvelle analyse du rôle de l'abondance du saumon quinnat et mise à jour des données, notamment :
 - données sur l'abondance en mer du saumon quinnat utilisées par Velez-Espino *et al.* 2014;
 - analyse de régression logistique effectuée sur la fécondité par Ward *et al.* 2009;
 - réinterprétation des indices d'abondance du saumon quinnat à l'échelle de la côte d'après Ford *et al.* 2009.
4. Caractérisations comparatives entre les épaulards résidents du sud et les épaulards résidents du nord sur l'exposition aux navires (c'est-à-dire que les épaulards résidents du sud sont exposés à un trafic maritime commercial cinq fois plus élevé, et les perturbations pour les épaulards résidents du nord sont réparties sur une zone beaucoup plus vaste, ce qui laisse croire que les épaulards résidents du nord passent comparativement peu de temps en présence de navires).
5. Caractérisations comparatives entre les charges de BPC chez les épaulards résidents du sud et les épaulards résidents du nord :
 - c.-à-d. épaulards résidents du sud femelles 17,46 mg/kg; mâles 40,74 mg/kg; taux d'accumulation 2 mg/kg/an; taux de dépuración 0,77;
 - épaulards résidents du nord femelles 4,97 mg/kg; mâles 10,09 mg/kg; taux d'accumulation 1 mg/kg/an; taux de dépuración 0,77.
6. Application de seuils d'effets du bruit sous des niveaux donnés d'abondance du saumon quinnat.
7. Application d'un modèle additif pour tenir compte de la disponibilité des proies qui présentent une accumulation de BPC, y compris les seuils.

Perspectives particulières de l'AVP

1. Appui au rôle de la disponibilité des proies en tant que principal moteur de la dynamique des épaulards.
2. Détermination des taux potentiels de croissance de la population en l'absence des principales menaces, y compris le rôle potentiel des captures d'individus vivants sur la tendance de la population des épaulards résidents du sud.
3. Pouvoir des menaces cumulatives d'améliorer l'explication des tendances de la population.

Questions propres aux sections

Section 1.2. Le but d'un document sur les effets cumulatifs devrait-il être énoncé à la section 1.2 (c.-à-d. mieux éclairer les décisions et les mesures de gestion, etc.)?

Fig. 5. p. 8. Pourquoi les perturbations physiques ont-elles un effet sur la mortalité, mais pas sur le taux de croissance? S'agit-il simplement de l'évitement des collisions avec les navires ou est-ce aussi la perturbation de la poursuite des proies?

Tableau 5 p. 19.. Mort de l'animal L112. Cette jeune femelle devrait-elle aussi être incluse, ou est-ce que les résultats sur sa mort ne sont pas concluants?

3.14. Les épaulards résidents du sud de l'Alaska sont décrits comme « non vierges » au point 3.14, mais le terme « vierge » est utilisé dans l'AVP. Il serait peut-être plus approprié d'utiliser le terme « relativement peu perturbé » par la suite.

Concepts et définitions à prendre en compte

Deux concepts importants, les écotypes et la culture, sont présentés dans le contexte mais n'ont pas été définis, et leur pertinence n'est pas abordée dans le rapport. Ils pourraient mériter une attention plus soutenue. Plus précisément :

Écotypes (page 11)

« Trois écotypes d'épaulards (*Orcinus orca*) génétiquement et acoustiquement distincts habitent les eaux de la côte du Pacifique Nord-Est : l'épaulard du large (qui mange des requins); l'épaulard migrateur (ou épaulard de Biggs) [qui mange des mammifères marins]; et l'épaulard résident (qui mange des poissons) [Ford et al. 1998]. L'écotype piscivore résident se divise en deux groupes : l'épaulard résident du nord et du sud et l'épaulard résident du sud de l'Alaska (Ford et al. 2000; Matkin et al. 1999; 2014). »

Nous constatons que la nature complexe des écotypes a suscité une certaine confusion et des incohérences dans la façon dont ils sont définis, ce qui limite leur application pratique. Les écotypes sont généralement considérés comme des variantes d'une espèce adaptée à un environnement précis. Le Moan et al. (2016) donnent la définition suivante de l'écotype axée sur les différences héréditaires tout en tenant compte d'un ensemble diversifié de caractères : « Les écotypes sont définis comme des populations d'une même espèce chez lesquelles des différences physiologiques, morphologiques, comportementales ou biologiques héréditaires étroitement liées aux variations environnementales ont évolué [traduction] ». Riesch et al. (2012) et Baird et Whitehead (2000) ont décrit des communautés écologiquement distinctes d'épaulards dans le Pacifique Nord-Est (épaulards résidents, épaulards de Bigg, épaulards du large) qui sont reconnues en fonction de la spécialisation de leurs proies et de leur structure sociale.

Le Moan A, Gagnaire P-A, Bonhomme F. 2016. Parallel genetic divergence among coastal-marine ecotype pairs of European anchovy explained by differential introgression after secondary contact. *Molecular Ecology* 25: 3187-3202.

Culture (page 11)

« Bien que toutes les populations d'épaulards résidents soient des cétacés piscivores qui se nourrissent principalement de saumon quinnat (*Oncorhynchus tshawytscha*) et kéta (*O. keta*), et que leur habitat et leur régime alimentaire se chevauchent dans une certaine mesure, elles n'interagissent pas socialement et sont distinctes sur les plans **culturel**, sonore et génétique (MPO 2017a). »

Nous notons que la culture animale (définie comme « l'information ou le comportement – communs au sein d'une communauté – qui est acquis auprès des congénères par une certaine forme d'apprentissage social ») chez les épaulards comprend le partage de la nourriture (Ford et Ellis 2006; Wright *et al.* 2017), la transmission des connaissances sur le moment et l'endroit où trouver le saumon (Brent *et al.* 2015, Croft *et al.* 2017) et autres avantages potentiels sur le plan de la condition physique qui découlent du parentage (voir Brakes *et al.* 2019). Certains aspects de cette culture peuvent être uniques au sein des clans d'épaulards (c.-à-d. le clan J des épaulards résidents du sud; les clans A, R et G des épaulards résidents du nord).

Les stratégies et les politiques de conservation se sont principalement concentrées sur des réponses démographiques générales et sur la préservation d'unités génétiquement définies importantes sur le plan de l'évolution. Cependant, un nombre croissant de données probantes confirmant l'apprentissage social et la culture des cétacés a soulevé d'importantes questions sur la meilleure façon de conserver ces animaux, surtout du fait que l'activité humaine peut contribuer à la perte des comportements culturels. Cela peut avoir des conséquences importantes pour la survie et la reproduction des individus, des groupes sociaux et, potentiellement, de populations entières.

Baird, R.W. and Whitehead, H., 2000. Social organization of mammal-eating killer whales: group stability and dispersal patterns. *Canadian Journal of Zoology*, 78(12), pp.2096-2105

Brakes, P., S.R.X. Dall, L.M. Aplin, S. Bearhop, E.L. Carroll, P. Ciucci, V. Fishlock, J.K.B. Ford, E.C. Garland, S.A. Keith, P.K. McGregor, S.L. Mesnick, M. J. Noad, G.N. di Sciara, M.M. Robbins, M.P. Simmonds, F. Spina, A. Thornton, P.R. Wade, M.J. Whiting, J. Williams, L. Rendell, H. Whitehead, A. Whiten, and C. Rutz. 2019. Animal cultures matter for conservation. *Science* 363:1032-1034.

Riesch, R., Barrett-Lennard, L.G., Ellis, G.M., Ford, J.K. and Deecke, V.B. 2012. Cultural traditions and the evolution of reproductive isolation: ecological speciation in killer whales? *Biological Journal of the Linnean Society*, 106(1), pp.1-17.

Whitehead, H. and Rendell, L., 2014. *The cultural lives of whales and dolphins*. University of Chicago Press.

Whitehead, H., 2010. Conserving and managing animals that learn socially and share cultures. *Learning & Behavior*, 38(3), pp.329-336.

Whitehead, H., Rendell, L., Osborne, R.W. and Würsig, B., 2004. Culture and conservation of non-humans with reference to whales and dolphins: review and new directions. *Biological Conservation*, 120(3), pp.427-437.

Recherche qui pourrait combler les lacunes dans les connaissances

Comprendre la « norme de non-perturbation »

Nous ne connaissons pas la norme de non-perturbation chez les épaulards, c'est-à-dire la dynamique des populations et l'écologie comportementale en l'absence de perturbations anthropiques. Pourtant, l'histoire des perturbations est un concept essentiel pour comprendre le comportement des animaux à longue durée de vie chez qui l'apprentissage se produit par

transmission sociale. La classe d'âge et le sexe d'une baleine, ses expériences et ses tolérances héréditaires influent sur la façon dont elle réagit aux perturbations humaines.

Relations entre le prédateur et la proie

La recherche sur les relations entre le prédateur et la proie et le comportement dans le contexte des menaces et des perturbations fait défaut. Par exemple :

- La densité, la quantité et la qualité des proies nécessaires pour soutenir les populations d'épaulards résidents ne sont pas connues. De plus, même si on suppose que le saumon quinnat demeure la principale espèce proie des épaulards résidents tout au long de l'année, la plupart des échantillons d'épaulards résidents ont été recueillis au cours de l'été et de l'automne, et on ne connaît pas bien leur régime alimentaire tout au long de l'année. Par conséquent, il est possible que d'autres espèces proies importantes soient identifiées dans l'avenir.
- Les effets de la concurrence dans un système à proies et à prédateurs multiples. Il existe des relations complexes entre prédateur et proie qui ne sont pas encore bien comprises. Il s'agit d'un système à proies et à prédateurs multiples, où proies et prédateurs peuvent être soit des proies, soit des prédateurs selon leur stade de vie, ainsi que des concurrents.
- La théorie sur la quête de nourriture et utilisation de l'habitat. La prédation implique un processus de prise de décision qui conduit à des modèles observés de distribution spatio-temporelle des individus. Les changements dans la distribution ou l'utilisation de l'habitat au fil du temps reflètent la distribution et la disponibilité des proies. Les baleines recherchent leurs proies en se rendant dans une aire d'alimentation où elles évaluent les chances de succès. Si elles ne trouvent aucune proie, elles commencent une nouvelle recherche. Si elles trouvent des proies, les baleines les poursuivent. En cas d'échec, elles abandonnent la poursuite et retournent à la recherche. Si elles capturent des proies, elles les manipulent et continuent à se nourrir.

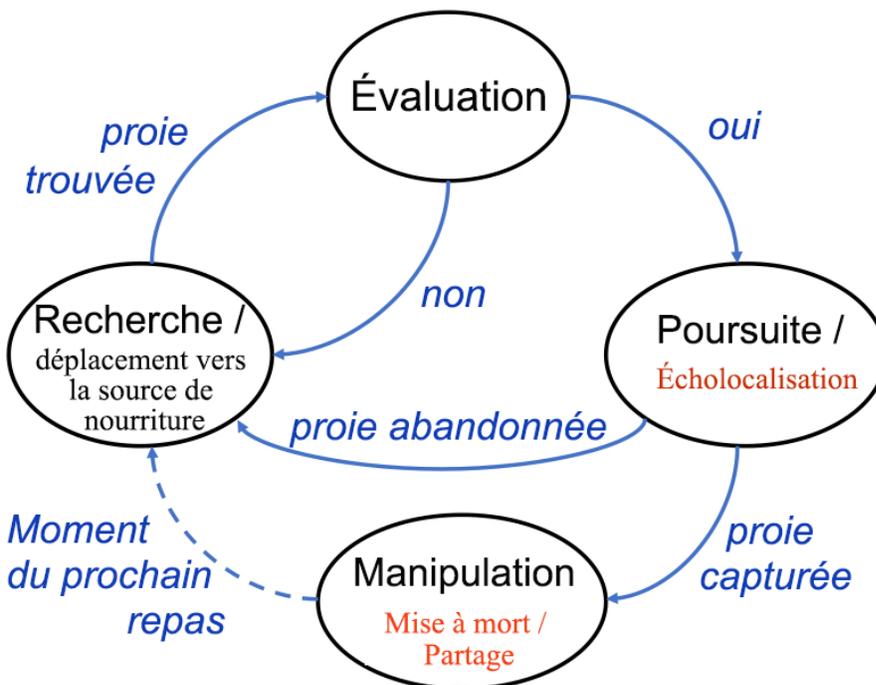


Figure 1. Tendances et résultats des interactions entre prédateurs et proies

Fonctions et services écosystémiques des épaulards résidents

Voir la publication récente suivante :

Hammerschlag, N., Schmitz, O.J., Flecker, A.S., Lafferty, K.D., Sih, A., Atwood, T.B., Gallagher, A.J., Irschick, D.J., Skubel, R., and S.J. Cooke. 2019. Ecosystem Function and Services of Aquatic Predators in the Anthropocene *Trends in Ecology & Evolution*, ISSN 0169-5347, doi.org/10.1016/j.tree.2019.01.005.

Résumé : Les arguments en faveur de la nécessité de conserver les populations de prédateurs aquatiques sont souvent axés sur les rôles écologiques et socio-économiques qu'elles jouent. Nous résumons ici les diverses fonctions et services écosystémiques liés aux prédateurs aquatiques, y compris la régulation des réseaux trophiques, le cycle des nutriments, la création d'habitats, la transmission de maladies ou de parasites, la médiation des invasions écologiques, l'influence sur le climat, le soutien des pêches, la stimulation des activités touristiques et l'inspiration biologique. Dans certains cas, les déclin et les augmentations de populations de prédateurs aquatiques causés par l'homme ont modifié ces fonctions et services écosystémiques. Nous présentons un cadre socio-écologique pour appuyer les décisions de gestion adaptative touchant les prédateurs aquatiques en réponse aux changements sociaux et environnementaux. Nous définissons également les questions en suspens pour orienter les recherches futures sur les fonctions écologiques et les services écosystémiques des prédateurs aquatiques dans un monde en évolution [traduction].

Effets de la biomasse des proies

La documentation de la relation entre les changements annuels et saisonniers de la biomasse du saumon et la dynamique des populations d'épaulards résidents pourrait fournir de nouvelles données. Les changements dans la biomasse du saumon pourraient être plus utiles et appropriés pour expliquer la dynamique de la population d'épaulards résidents que les changements dans l'abondance du saumon, parce que la biomasse rend compte des changements de taille des poissons, alors que l'abondance ne le fait pas. Le fait d'avoir de plus petits poissons comme proies a des répercussions énergétiques et sociales significatives pour les épaulards. Une publication récente concernant la biomasse des proies et la loi de puissance prédateur-proie a montré que le nombre et la taille des prédateurs et de leurs proies touchent un large éventail de communautés animales terrestres et aquatiques.

Hatton, I.A., McCann, K.S., Fryxell, J.M., Davies, T.J., Smerlak, M., Sinclair, A.R. and Loreau, M., 2015. The predator-prey power law: Biomass scaling across terrestrial and aquatic biomes. *Science*, 349(6252), p.aac6284.

Séquences des effets

- Rôle des autres espèces de saumon et interactions

Le rôle et l'importance des autres espèces de saumon, y compris la consommation de saumon kéta à l'automne et de saumon coho en hiver, et les interactions avec le saumon rose et le saumon rouge de l'année dominante, sont des domaines qui méritent des recherches plus poussées.

- Effets du changement climatique

Voir, par exemple :

Climate change and its influence on Chinook salmon (Muñoz, N.J., Farrell, A.P., Heath, J.W. et Neff, B.D., 2015. Adaptive potential of a Pacific salmon challenged by climate change. *Nature Climate Change*, 5(2), p.163.

Suggestions éditoriales (les révisions sont fournies séparément)

- Étant donné qu'il s'agit d'un rapport technique érudit assimilable à une publication universitaire, des lignes directrices sur le style seraient utiles pour assurer la cohérence et l'uniformité.
- Il y a un mélange d'orthographe canadienne et américaine en anglais; il faudrait modifier cela par souci d'uniformité.
- En anglais, utilisation de « kit » (progéniture), « dam » (mère), etc. Envisager de ne pas utiliser ces termes.
- En anglais, « Chinook » devrait être capitalisé, comme un nom propre.
- Dans l'anglais, l'accord entre le sujet et le verbe n'est pas uniforme entre le singulier et le pluriel en ce qui concerne le mot « données ».

ANNEXE E : LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Prénom	Organisme d'appartenance
Balcomb	Ken	Centre for Whale Research
Bocking	Bob	Premières Nations Maa-nulth
Brekke	Heather	MPO - Gestion des ressources, Espèces en péril
Brown	Tanya	MPO - Sciences
Candy	John	Centre des avis scientifiques du Pacifique du MPO
Christensen	Lisa	Centre des avis scientifiques du Pacifique du MPO
Danelesko	Tessa	Georgia Strait Alliance (GSA)
Dangerfield	Neil	MPO - Écologie et biogéologie des océans
Demarchi	Mike	Premières Nations Maa-nulth
Doniol-Valcroze	Thomas	MPO - Sciences, Mammifères marins
Grant	Paul	MPO - Sciences, Espèces en péril
Gregr	Edward	Université de la Colombie-Britannique
Hannah	Lucie	MPO - Sciences, Agents de stress écosystémiques
Houston	Kim	MPO - Sciences
Johnson	Larry	Premières Nations Maa-nulth
Jones	Lisa	MPO - Gestion des ressources, Espèces en péril
Kling	Ashley	MPO - Sciences, Mammifères marins
Lacy	Robert (Bob)	Union internationale pour la conservation de la nature
Lawson	Jack	MPO - Sciences, Terre-Neuve-et-Labrador
MacConnachie	Sean	MPO - Sciences, Mammifères marins
McDuffee	Misty	Raincoast Conservation Foundation
Murray	Cathryn	MPO - Sciences, Agents de stress écosystémiques
Nelson	Jocelyn	MPO - Sciences
O	Miriam	MPO - Sciences, Agents de stress écosystémiques
Olivier	Gilles	MPO - Sciences, administration centrale
Parken	Chuck	MPO - Sciences
Serra-Sogas	Norma	Université de Victoria
Shaikh	Sharlene	MPO - Gestion des ressources, Espèces en péril
Stredulinsky	Eva	MPO - Sciences, Mammifères marins
Vagle	Svein	MPO - Sciences
Van Zandvoort	Alisha	Environnement et Changement climatique Canada