



CADRE POUR L'INTÉGRATION DES CONSIDÉRATIONS RELATIVES AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS L'ÉVALUATION DES STOCKS HALIEUTIQUES

Contexte :

Une des principales activités du Programme des services d'adaptation aux changements climatiques en milieu aquatique (PSACCMA) du ministère de Pêches et Océans Canada est d'améliorer les connaissances de la vulnérabilité des espèces commerciales face aux répercussions des changements climatiques et d'élaborer une stratégie pour intégrer ces connaissances dans les évaluations des stocks exploités.

Pour ce faire, le Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) a organisé un processus d'examen par les pairs pour définir un cadre permettant l'intégration systématique des données concernant les agents de stress océanographiques et environnementaux liés aux changements climatiques et celles, ainsi que des renseignements sur la vulnérabilité des stocks halieutiques, dans les avis sur l'évaluation des stocks afin de permettre la prise de décisions sur la gestion des ressources halieutiques en fonction du climat.

Les évaluations des risques précédemment effectuées dans le cadre du PSACCMA ont permis d'établir des similarités dans toutes les régions du MPO quant aux risques et aux besoins en information associés aux changements climatiques. Les mêmes risques biologiques présents dans toutes les régions du MPO justifient la création d'un cadre commun et d'outils liés au climat qui permettront d'intégrer de façon efficiente et efficace les changements climatiques dans les avis scientifiques. Il est essentiel de cerner les méthodes d'évaluation et les options de gestion qui resteront durables sur les plans biologique et socioéconomique malgré les changements climatiques. En effet, les meilleures décisions de gestion actuelles concernant les régions ou leurs ressources aquatiques ne seront peut-être pas toujours les meilleures décisions de gestion dans l'avenir, à la suite de certains changements climatiques.

Cet avis scientifique découle de la réunion du 8 au 9 mai 2018, sur Cadre pour l'intégration des considérations relatives aux changements climatiques dans l'évaluation des stocks de poissons. Il présente le consensus obtenu à l'issue du processus, lequel s'appuyait sur de nombreuses données scientifiques, et détaille les orientations ministérielles du cadre de référence de la réunion. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

SOMMAIRE

- Un total de 178 documents d'évaluation des stocks du MPO, datant de 2000 à 2017 et incluant toutes les catégories taxonomiques (anadromes, poissons de fond, invertébrés, pélagiques, mammifères et élasmobranches) de toutes les régions marines du MPO ont été examinés pour déterminer s'ils contenaient des éléments liés au climat.
- Une proportion de 46 % des évaluations des stocks décrivait des hypothèses ou des liens conceptuels à grande échelle entre les variables climatiques, océanographiques ou écologiques et la dynamique des populations. L'intégration analytique de ces facteurs était plus faible, avec une intégration quantitative dans 21 % et une interprétation qualitative dans 31 % des évaluations. Dans l'ensemble, 27 % des évaluations tenaient compte de l'information climatique, océanographique ou écologique dans la prestation des avis. Néanmoins, ces taux sont nettement plus élevés que le 2 % des évaluations des stocks à l'échelle mondiale qui contenaient des éléments d'information sur les facteurs climatiques ou environnementaux tout au long du processus jusqu'aux décisions de gestion tactiques.
- Les évaluations des stocks halieutiques anadromes, en particulier le saumon du Pacifique, avaient les taux les plus élevés d'intégration des variables climatiques, océanographiques ou écologiques dans les analyses, l'interprétation ou la prestation d'avis concernant l'état des stocks et les prévisions; en revanche, les taux d'intégration étaient les plus bas pour les élasmobranches et les mammifères marins.
- Très peu d'évaluations des stocks, voire aucune évaluation, ne donnaient d'indication sur la valeur de l'utilité globale de l'intégration des connaissances environnementales pour les avis ou les résultats pour la gestion. Il serait avantageux pour le Secteur des sciences et la gestion d'examiner les évaluations des stocks qui comprenaient des données sur les changements climatiques, afin de documenter la différence que cette intégration représentait pour l'avis, ainsi que les conséquences.
- Un cadre conceptuel d'évaluation du risque (avis conditionné par les changements climatiques : ACCC) est proposé afin d'intégrer les processus liés aux changements climatiques dans la prestation des avis scientifiques, en se concentrant d'abord sur l'évaluation des stocks halieutiques. Ce cadre indique que des avis axés sur le risque et conditionnés par les changements climatiques faciliteront l'intégration des considérations liées aux changements climatiques comparativement à l'intégration directe des variables liées au changement climatique dans une évaluation analytique, étant donné que ces évaluations sont souvent limitées par l'incertitude, entre autres, dans la compréhension des mécanismes sous-jacents.
- Ce cadre conceptuel implique l'établissement des variables pertinentes liées au changement climatique et de leurs périodes de référence appropriées, l'élaboration de facteurs de conditionnement climatique (FCC) qui conviennent dans toute la gamme des données disponibles et des niveaux de connaissance et de compréhension, et il ne représente qu'une approche parmi plusieurs pour intégrer des éléments liés aux changements climatiques dans la prestation des avis scientifiques.
- Des études de cas couvrant le continuum de la richesse des données et de la connaissance des processus devraient être sélectionnées afin d'appliquer ce cadre conceptuel axé sur le risque doit en outre être opérationnalisé dans des études de cas sélectionnées afin de démontrer comment élaborer des avis conditionnés par les changements climatiques

(ACCC), en particulier comment déterminer les variables climatiques, océanographiques et écologiques, et leurs périodes de référence ou de base appropriées.

- Les avis sur l'exploitation des stocks seraient probablement améliorés (ou plus robustes) si le MPO élaborait une stratégie globale sur la science des changements climatiques, pour intégrer les considérations relatives aux changements climatiques aux avis scientifiques qui sont utilisés pour la prestation des responsabilités liées au mandat du MPO.
- Des avis tenant davantage compte du climat exigeraient aussi une stratégie de mise en œuvre qui ajouterait à la stratégie sur la science des changements climatiques pour fournir une approche visant l'intégration systématique des considérations relatives aux changements climatiques dans les avis scientifiques.
- Il ressort de la réunion que des ajouts aux rapports d'évaluation des stocks du MPO s'imposent pour inclure des éléments liés aux changements climatiques, comme l'information tirée des processus de rapports sur l'état de l'écosystème du MPO, afin de fournir l'information contextuelle de base qui permet de comprendre les impacts du climat sur les avis scientifiques et les évaluations de stock et établir si des renseignements/processus relatifs aux changements climatiques ont été pris en compte dans l'évaluation. Dans l'affirmative, il faudrait préciser lesquels et comment ils l'ont été, alors que dans la négative, il faudrait indiquer les lacunes ou raisons qui ont empêché de tenir compte de renseignements/processus relatifs aux changements climatiques dans l'avis.
- Des projections pluriannuelles et décennales sur le climat et les océans s'imposent aux échelles spatiales appropriées pour que des ACCC soient possibles. Il n'en existe pas à l'heure actuelle pour les eaux canadiennes.

INTRODUCTION

À Pêche et Océans Canada, les avis scientifiques pour la gestion des ressources biologiques consistent généralement à évaluer l'état d'une ressource, à déterminer l'impact d'une activité humaine sur l'état de cette ressource et à comparer les résultats à quelques-uns des objectifs implicites ou explicites concernant l'état de la ressource dans l'avenir. De plus, il y a généralement une évaluation du risque associé à la non-atteinte des objectifs, et un avis est préparé en conséquence. Cette approche s'accompagne de nombreuses présomptions, peut-être la plus importante pour le présent avis étant que l'environnement avec lequel la ressource (p. ex. un stock de poisson) interagit est constant ou varie de manière non tendancielle. Les changements climatiques tendent cependant à être des processus directionnels non aléatoires, qui éventuellement modifient la tendance moyenne et possiblement les moments plus élevés des variables d'état (p. ex. les nombres selon l'âge) et pourrait invalider les avis relatifs à la gestion de la ressource, à moins que ceux-ci ne tiennent compte des changements climatiques. Les changements climatiques ont une incidence sur la probabilité d'atteindre certains objectifs et peuvent changer la façon dont une ressource, comme un stock de poisson, réagit à la pêche ou à une autre activité humaine, et ultimement influence sa résilience et sa capacité à se rétablir après une perturbation.

Le MPO produit de nombreux types de documents consultatifs scientifiques sur les pêches chaque année. Une caractéristique commune est que l'avis est axé sur le risque, comme : i) l'estimation de l'état d'une ressource, ii) la probabilité (ou le risque) que ce paramètre d'état soit déjà en dehors des conditions biologiques de référence pertinentes, et iii) la probabilité (ou le risque) que l'état de la ressource soit en dehors des conditions biologiques de référence dans

un ou plusieurs autres scénarios de gestion. L'avis comprend les résultats des futures mesures possibles et, par conséquent, implicitement ou explicitement, devrait fournir le risque d'un certain état à l'avenir par rapport à sa condition de référence. L'évaluation du risque existe également dans d'autres secteurs d'activité du MPO, par exemple dans le Programme de protection des pêches (PPP). Le PPP peut suivre un protocole qui exige qu'une modification permanente de l'habitat du poisson soit compensée par une restauration de l'habitat ou une amélioration ailleurs qui soit de valeur égale. Les analystes qui fournissent un tel avis ou une directive auront quantifié la productivité de l'habitat dans son état actuel, ou posé des hypothèses à cet égard, ainsi que la productivité de l'habitat après sa modification par un projet en particulier. Les avis axés sur le risque au Ministère sont généralement fournis pour au moins deux fins distinctes : i) tactique, c'est-à-dire que l'avis est élaboré pour informer les gestionnaires des impacts probables à relativement court terme d'un ouvrage, d'une entreprise, une action ou d'une pêche (OEAP), ou ii) stratégique, c'est-à-dire un avis qui informe les gestionnaires des impacts potentiels d'un OEAP sur de plus longues périodes que l'avis tactique.

Après avoir examiné les risques des changements climatiques pour les programmes et les secteurs du MPO dans le cadre du Programme des services d'adaptation aux changements climatiques en milieu aquatique (PSACCMA), les experts ont conclu qu'il y a une forte probabilité de répercussions importantes sur les ressources aquatiques vivantes dans tous les grands bassins aquatiques du Canada (Arctique, Atlantique, eau douce et Pacifique) (MPO, 2013a,b,c,d). L'échéancier et la nature des impacts des changements climatiques varient considérablement entre les régions, mais les évaluations ont permis de conclure qu'en général les changements globaux devraient s'amplifier avec le temps et pourraient devenir plus prononcés d'ici le milieu du siècle (2050-2060). Il existe des preuves des répercussions liées au climat dans toutes les régions, mais c'est dans le bassin de l'Arctique qu'on a constaté les changements les plus importants dans les caractéristiques environnementales physiques et biologiques. Du point de vue de la sensibilité au changement climatique, le Canada occupait le 54^e rang parmi les 147 pays visés par un examen récent (Blasiak et al. 2017), ce qui le rend plus vulnérable que les autres pays qui ont élaboré, ou sont en train d'élaborer des méthodes visant à inclure les changements climatiques dans les avis sur les pêches (les États-Unis étaient au 142^e rang, et l'Australie au 133^e rang; les pays européens se situaient entre le 79^e et le 147^e rang, et l'Afrique du Sud occupait la 130^e place.) Le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat a jugé la vulnérabilité du Canada plus importante en raison des projections des températures de la surface de la mer pour les eaux septentrionales.

Étant donné ces constatations et leurs impacts potentiels sur les ressources et leurs utilisateurs, l'objectif global de ce processus d'examen par les pairs était d'approfondir l'élaboration d'un cadre scientifique pour intégrer les données sur les changements climatiques dans les avis sur l'évaluation des stocks halieutiques. À cette fin, trois sous-objectifs ont été envisagés :

1. élaborer un cadre pour l'intégration des variations environnementales et des changements climatiques dans les processus du MPO produisant des avis sur l'évaluation des stocks;
2. examiner les pratiques et les méthodes actuelles d'intégration (utilisées au MPO et à l'étranger) des considérations en matière de variations environnementales et de changements climatiques dans les avis sur l'évaluation des stocks;

3. fournir des recommandations sur les pratiques exemplaires concernant la manière d'inclure et de présenter les considérations en matière de variations environnementales et de changements climatiques dans les avis sur l'évaluation des stocks du MPO, qui s'appliquent à plusieurs groupes taxonomiques et régions du MPO et qui fournissent de l'information sur la gestion des ressources.

ANALYSE

Examen des pratiques courantes pour intégrer l'information relative aux changements climatiques dans les évaluations de stock

Pépin et al. (2018) ont examiné de nombreux avis résultant d'évaluations de stocks halieutiques du Canada effectuées par le MPO, afin de déterminer comment les paramètres environnementaux sont actuellement, ou ont été récemment, utilisés dans des modèles, des évaluations ou des conseils de gestion. Ils voulaient également comparer le niveau d'intégration de variables environnementales dans les avis consultatifs du MPO à d'autres programmes nationaux et internationaux. Dès le début du processus d'examen, il est apparu que les considérations relatives aux changements climatiques ne pouvaient être évaluées séparément des fluctuations à court terme dans les conditions environnementales ou des changements écologiques qui touchent la dynamique des écosystèmes. C'est pourquoi les facteurs environnementaux ont été classés en trois catégories :

- les facteurs climatiques, qui caractérisent les variations et les tendances à long terme (pluriannuelles) dans les processus atmosphériques régionaux ou les propriétés physiques à grande échelle;
- les facteurs océanographiques, qui peuvent être solidement associés à la variabilité climatique, mais incluent également la variabilité à court terme ou régionale de l'état de l'environnement;
- les facteurs écologiques, qui comprennent une vaste gamme des caractéristiques de l'écosystème incluant les interactions trophiques, les exigences relatives à l'habitat et leurs interactions.

L'examen a porté sur 178 évaluations des stocks du MPO, datant de 2000 à 2017, mais la majorité (environ 88 %) ont été publiées après 2009. Les auteurs ont examiné les avis scientifiques publiés dans des documents de recherche du SCCS, les réponses du Secteur des sciences et la série de comptes rendus ainsi que les avis concernant l'évaluation des stocks fournis pour certains stocks de saumons du Pacifique (*Oncorhynchus spp.*) dans la région du Pacifique, qui paraissent souvent dans les bulletins de pêche, les rapports sur les perspectives concernant les saumons et les rapports techniques canadiens des sciences halieutiques et aquatiques. Les « évaluations du potentiel de rétablissement » ont été exclues. Les auteurs ont également examiné des évaluations de stocks pour des stocks transfrontaliers bilatéraux et internationaux pour lesquels le MPO fournit un soutien scientifique. Seule la plus récente évaluation du MPO pour un stock donné fut considérée dans l'examen. Des évaluations portant sur toutes les catégories taxonomiques (anadromes, poissons de fond, invertébrés, poissons pélagiques, mammifères et élasmobranches) provenant de toutes les régions du MPO ont été utilisées.

Quatre questions principales ont été posées pour chaque évaluation de stock documentée. La question 1 consistait à savoir si des hypothèses conceptuelles entre les variables climatiques, océanographiques ou écologiques et le stock avaient été identifiées. La question 2 consistait à savoir si des variables climatiques, océanographiques ou écologiques avaient été incluses *quantitativement* dans l'évaluation, et de quelle façon elles l'avaient été. La question 3 consistait à savoir si des variables climatiques, océanographiques ou écologiques avaient été incluses *qualitativement* dans l'évaluation, p. ex. pour interpréter l'état du stock, les tendances ou les anomalies dans les indices sur le stock, comme les prises par unité d'effort selon les relevés. La question 4 consistait à savoir si le consensus final de l'avis scientifique incluait des considérations climatiques, océanographiques ou écologiques.

Alors que 46 % des évaluations des stocks décrivaient des hypothèses ou des liens conceptuels à grande échelle entre les variables climatiques, océanographiques ou écologiques et la dynamique des populations, l'intégration analytique de ces facteurs était beaucoup plus faible, à seulement 21 % des évaluations pour l'intégration quantitative et 31 % d'entre elles pour l'interprétation qualitative. Dans la plupart des cas, lorsque les variables climatiques, océanographiques ou écologiques ont été intégrées dans l'évaluation des stocks sur le plan quantitatif ou qualitatif, les avis subséquents comprenaient des énoncés sur l'importance des considérations climatiques, océanographiques ou écologiques (figure 1). Dans l'ensemble, 27 % des évaluations tenaient compte de l'information climatique, océanographique ou écologique dans la prestation des avis, essentiellement concernant la manière dont les règles de contrôle des prises pourraient être modifiées. Ces taux sont nettement plus élevés que le 2 % des évaluations des stocks à l'échelle mondiale qui contenaient des éléments d'information sur les facteurs climatiques ou environnementaux dans les décisions de gestion tactiques (Skern-Mauritzen et al. 2016).

Le contraste entre les connaissances conceptuelles et l'inclusion des données climatiques, océanographiques ou écologiques dans l'avis mettait en évidence le fait que le processus scientifique établit habituellement des exigences élevées pour l'intégration des connaissances environnementales au processus consultatif. L'incertitude dans la compréhension des mécanismes sous-jacents a souvent été citée comme une contrainte empêchant l'utilisation de renseignements environnementaux dans la prestation d'avis. Les mécanismes ont été considérés comme importants, car sous l'effet du changement de l'environnement et de l'écosystème, les interactions complexes entre les variables climatiques, océanographiques et écologiques pourraient modifier la dominance relative d'un facteur par rapport à un autre. De tels phénomènes sont susceptibles d'être fréquents et peuvent entraîner la rupture d'une relation qui paraissait fiable.

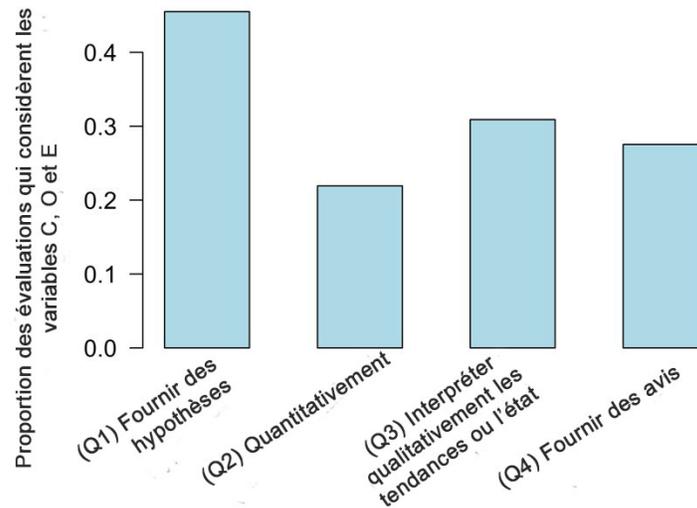


Figure 1. Proportion des évaluations qui intégraient des variables climatiques, océanographiques ou écologiques pour (Q1) fournir des hypothèses conceptuelles sur la réaction des stocks aux éventuelles variables liées au climat, (Q2) évaluer l'état sur le plan quantitatif, (Q3) interpréter qualitativement les tendances ou l'état, et (Q4) fournir des avis (n=178). De nombreuses évaluations utilisaient de multiples approches.

Pour l'ensemble des quatre questions, les évaluations de stocks halieutiques anadromes, surtout celles portant sur les saumons du Pacifique, tenaient davantage compte des variables climatiques, océanographiques ou écologiques dans l'avis final. En revanche, les évaluations d'élastombranches et de mammifères marins étaient celles qui Q1ntégraient le moins souvent des variables associées aux changements climatiques. La dynamique des populations de salmonidés tendait à être intimement liée aux caractéristiques climatiques et océanographiques dominantes et ces populations font l'objet d'évaluations fréquentes en raison de leur valeur relativement élevée sur les plans traditionnel, récréatif et commercial, et du petit nombre de classes d'âge dans la population reproductrice. En revanche, les élastombranches et les mammifères marins sont généralement gérés en tant que prises accessoires ou pêches de subsistance, souvent au moyen d'évaluations pluriannuelles et de modèles numériques relativement simples. Les pêches de poissons pélagiques, d'invertébrés et de poisson de fond représentent la majeure partie des pêches commerciales et comprenaient une combinaison de pêches hautement productives à valeur élevée et de pêches à faible valeur (tableau 1). Cependant, même si les évaluations ont utilisé des connaissances environnementales ont souvent fait part d'améliorations au modèle, elles ont rarement déterminé l'incidence de ces connaissances sur l'exactitude et la fiabilité des avis ou des résultats de gestion.

**Cadre pour l'intégration des considérations
relatives aux changements climatiques dans
l'évaluation des stocks halieutiques**

Région de la capitale nationale

Tableau 1. Proportion par taxon du nombre total des évaluations des stocks du MPO examinées, dans lesquelles on tient compte des variables climatiques, océanographiques ou environnementales liées aux processus des changements climatiques sur les plans conceptuel, quantitatif et qualitatif et dans l'avis en résultant sur l'évaluation.

Taxons	Concept	Quantitative	Qualitative	Avis	N
Anadromes	0,58	0,65	0,46	0,58	26
Pélagiques	0,50	0,14	0,43	0,36	14
Invertébrés	0,53	0,17	0,36	0,26	53
Poisson de fond	0,44	0,15	0,22	0,15	59
Mammifères	0,21	0,11	0,21	0,26	19
Élasmobranches	0,14	0,00	0,14	0,00	7

L'établissement d'hypothèses sur les liens entre les variables climatiques, océanographiques ou écologiques et la dynamique des populations, et l'intégration quantitative ou qualitative subséquente de ces variables dans les évaluations des stocks, dépendent du degré de compréhension de la biologie des espèces cibles ainsi que des conditions environnementales auxquelles elles font face et leur variabilité. Le niveau de compréhension pertinente diffère considérablement entre les stocks. Pour de nombreux stocks de l'Atlantique, il existe des données qui s'étendent sur plusieurs décennies, tandis que pour les stocks de l'Arctique, les données datent habituellement de 10 ans ou moins. Il est probable que les différences dans la fréquence et la méthode d'intégration des variables climatiques, océanographiques ou écologiques reflètent des différences dans le degré de compréhension mécaniste des séquences des effets, ainsi que du niveau de confiance dans les relations statistiques. Elles pourraient également traduire des différences dans l'ampleur et la force des changements climatiques, océanographiques et écologiques qui ont eu une incidence sur chaque stock. Une analyse plus approfondie peut aider à déterminer la raison des différences entre les stocks et les régions, mais le processus de décision adopté pour exclure les variables climatiques, océanographiques ou écologiques n'était pas toujours détaillé autrement qu'en référant à l'incertitude. Ce n'est pas parce qu'un facteur n'a pas beaucoup changé qu'il n'influence pas fortement une population.

L'intégration des variables climatiques, océanographiques ou écologiques dans les évaluations des stocks a révélé des tendances régionales et taxonomiques. Les évaluations des stocks halieutiques anadromes portaient essentiellement sur les stocks de saumons du Pacifique. Les relations entre la survie des saumons du Pacifique et les indices climatiques à grande échelle ont été bien documentées (p. ex. Hertz et al. 2016). Les évaluations des stocks de poissons de fond incluaient plus souvent des variables écologiques plutôt que des variables océanographiques ou climatiques, en partie parce que les changements à grande échelle dans la composition des communautés et la fonction de l'écosystème ont été observés dans un grand nombre de ces pêches. Ceci est particulièrement vrai pour des stocks qui se sont effondrés suite à un mélange de surexploitation et de changements environnementaux, mais

qui n'ont connu qu'un rétablissement limité depuis, probablement à cause d'interactions proie-prédateur. Les évaluations des stocks dans la région du Centre et de l'Arctique tenaient moins souvent compte des variables climatiques, océanographiques ou écologiques, car la plupart des stocks qu'on y trouve sont limités en matière de données, ce qui explique que les mécanismes qui dictent la dynamique de la population sont mal compris.

Dans la plupart des évaluations qui tiennent compte des variables climatiques, océanographiques ou écologiques, ces variables ont été utilisées pour décrire des paramètres variant dans le temps (inclusion quantitative) ou des tendances (inclusion qualitative) et des anomalies dans la série chronologique de la dynamique de population du stock. Les changements dans la disponibilité de l'habitat et les dépendances ont également été considérés pour répondre aux quatre questions, en mettant l'accent sur la reconnaissance de l'importance des considérations relatives à l'habitat pour la productivité du stock. Lorsque les variables climatiques, océanographiques ou écologiques n'étaient pas incluses dans l'avis ou les recommandations découlant d'une évaluation, les explications les plus fréquemment données étaient les limites des données ou un manque de compréhension de la séquence des effets. Cependant, une grande proportion des évaluations des stocks examinées ne disaient rien sur la mesure dans laquelle elles tenaient compte des facteurs environnementaux pour établir l'état de la population ou faire des projections. De nombreuses études de cas d'évaluations de stock internationales qui ont été examinées ont fait ressortir des liens avec des facteurs climatiques à grande échelle, comme la température de la surface de la mer liée à l'indice du Pacifique Nord, l'indice El Niño-oscillation australe (ENSO) ou la variabilité de la dynamique du système du courant de la Californie (p.ex. García-Reyes et Sydeman 2017).

En dépit des différences entre les régions, les types de taxons et d'évaluations, une tendance claire se dessinait. Des variables climatiques, océanographiques ou écologiques sont intégrées aux évaluations des stocks dans les cas où leurs impacts sont évidents du fait de la force des signaux. Les saumons du Pacifique sont très sensibles aux changements importants dans les conditions océaniques au sein de la région; la productivité des stocks de poissons de fond de l'Atlantique est fortement touchée par les interactions proie-prédateur, que ce soit sous la forme de la disponibilité des proies au large de Terre-Neuve (Buren et al. 2014) ou des changements dans la mortalité associée à la prédation par les mammifères marins dans le golfe du Saint-Laurent (Swain et Benoit 2015); la production de la pêche de la crevette nordique est fortement associée à des changements dans la période de la prolifération printanière du phytoplancton et de l'abondance des prédateurs; les prises futures du crabe des neiges sont fortement liées à l'étendue des habitats thermiques appropriés au cours de la première année de vie. Dans tous les cas, les changements dans les principaux facteurs ont souvent oscillé entre les minima et les maxima dans les documents historiques. Les variables environnementales peuvent également avoir été prises en compte explicitement ou implicitement dans les évaluations de divers stocks, sans avoir été explicitement incluses dans les recommandations découlant de l'évaluation, pour diverses raisons. D'importantes recherches de base s'imposent afin de comprendre les liens et les séquences des effets entre les variables climatiques, océanographiques ou écologiques et la productivité et l'état des stocks. Dans certains cas, des recherches sont menées (p. ex. sur les stocks halieutiques et de mammifères marins dans l'Arctique) pour acquérir la compréhension nécessaire pour intégrer les variables climatiques, océanographiques ou écologiques dans les évaluations des stocks, mais le niveau d'étude varie considérablement entre les stocks.

Un ensemble limité de paramètres climatiques, océanographiques ou écologiques ont été utilisés dans les évaluations des stocks du MPO pour fournir des avis scientifiques (tableau 2), mais bien souvent leur inclusion n'a pas été rigoureusement évaluée *a priori* afin de déterminer si les paramètres décrivaient le mécanisme sous-jacent touchant la population ou s'ils fournissaient des approximations des processus corrélés à de vastes échelles spatiales et temporelles. Les paramètres climatiques intègrent les conditions sur de grandes échelles spatiales et temporelles qui indiquent habituellement les tendances à long terme plutôt que les écarts interannuels. Ces paramètres étaient plus manifestes dans les évaluations des espèces anadromes dans l'ensemble des régions, lesquelles évaluations tiennent généralement compte des paramètres climatiques qui saisissent les caractéristiques océanographiques dominantes (p. ex. l'oscillation décennale du Pacifique et le phénomène El Niño-oscillation australe dans le Pacifique, l'indice d'oscillation arctique dans l'océan Arctique, et l'indice d'oscillation multi-décennale de l'Atlantique dans l'océan Atlantique). La température était le paramètre océanographique le plus couramment utilisé dans les régions et les groupes taxonomiques. La température peut être mesurée avec exactitude et précision relativement facilement, est cohérente à des échelles spatiales relativement vastes, et reflète les caractéristiques générales de l'état de l'océan. La prédation était la considération écologique la plus courante dans les deux analyses quantitatives et qualitatives, en particulier pour le poisson de fond, bien que l'abondance et la composition spécifique du plancton aient également été prises en compte dans plusieurs évaluations (en particulier pour les invertébrés, les poissons pélagiques et les espèces anadromes). Ces paramètres écologiques sont plus difficiles ou plus coûteux à évaluer avec précision, ce qui en limite la disponibilité dans de nombreuses évaluations.

**Cadre pour l'intégration des considérations
relatives aux changements climatiques dans
l'évaluation des stocks halieutiques**

Région de la capitale nationale

Tableau 2. Paramètres climatiques, océanographiques et écologiques pris en considération dans les évaluations des stocks du MPO.

Paramètres climatiques	Paramètres océanographiques	Paramètres écologiques
Étendue, profondeur, dynamique de la glace	Température (eau, air, surface, fond, etc.)	Abondance des prédateurs (ou tendances)
Couche intermédiaire froide	Salinité	Abondance des proies (ou tendances)
Oscillation nord-atlantique	Tension des vents de surface	Biomasse de copépodes
Oscillation multi-décennale de l'Atlantique	Courants océaniques près de la surface	Biomasse d'euphausiacés
Indice d'oscillation arctique	Variabilité des courants	Moment/durée de la prolifération printanière
Température de la surface de la mer dans l'hémisphère Nord	Anomalies du niveau de la mer ajustées en fonction de la pression	Abondance des concurrents (ou tendances)
Oscillation décennale du Pacifique	Transport d'Ekman	Structure des communautés
Indice de la téléconnexion Pacifique Est/Pacifique Nord	Force de la remontée d'eau	Taux de croissance d'une autre espèce occupant la même niche écologique ou une niche semblable
Indice Pacifique Nord	Intensité du tourbillon et répartition spatiale	
Oscillation de la circulation du Pacifique Nord	Intensité du champ magnétique et angle d'inclinaison	
Indice de basse pression dans les Aléoutiennes	Niveau des eaux douces	
Indice d'oscillation australe	Qualité de l'eau dans les eaux douces	
Force de l'épisode El Niño/La Niña (p. ex. indice Niño-océanique)	Précipitations	
	Écoulement d'eau douce ou débit fluvial	
	Durée de la période de croissance	
	Moment/durée de la crue printanière	
	Oxygène dissous	
	Caractéristiques de l'habitat en eau douce (p. ex. gravier et érosion)	

Toutefois, étant donné que les corrélations simples entre les indices environnementaux indirects et la dynamique des populations ont tendance à ne pas passer le test du temps,

l'inclusion de facteurs climatiques, océanographiques ou écologiques demeure périlleux en l'absence de compréhension des processus écosystémiques impliqués. Cela pourrait expliquer la faible proportion des évaluations des stocks du MPO intégrant quantitativement des renseignements climatiques, océanographiques ou écologiques et donnant des avis fondés sur cette intégration. Cela souligne également le besoin de surveiller attentivement les écarts par rapport aux relations empiriques afin de déterminer à quel moment et pourquoi ces corrélations peuvent s'effriter.

Les difficultés qui se posent lors de l'intégration des variables climatiques, océanographiques et écologiques soulignent le besoin d'élaborer une approche axée sur le risque pour gérer des ressources vivantes dans le contexte actuel de changements climatiques et de variabilité environnementale.

Stratégie pour l'élaboration d'avis scientifiques qui tiennent compte du climat

Une approche strictement axée sur les processus pour tenir compte des impacts du changement climatique permettrait d'intégrer directement des changements climatiques intégrerait la variabilité environnementale et le changement directionnel (changements climatiques) dans les modèles de populations. Autrement dit, l'environnement serait simplement une autre variable qui contribuerait à expliquer les écarts ou à éclairer les prévisions de l'état de la population. Toutefois, cette approche requiert des connaissances sur les mécanismes qui induisent les relations entre les facteurs abiotiques et les facteurs biotiques. Ces connaissances sont souvent manquantes et les corrélations environnementales disparaissent souvent quand de nouvelles données deviennent disponibles. Les erreurs de spécification des modèles posent aussi souvent problèmes, et la proportion globale de risque en raison des changements climatiques est typiquement inconnue. La solution de rechange consiste à tenir compte des changements climatiques dans l'avis lui-même.

La prise en compte des changements climatiques dans les avis entraînera un processus de conditionnement des avis scientifiques en fonction des changements climatiques (ACCC), au cours duquel des variables environnementales qui reflètent les changements climatiques et influencent la dynamique d'une ressource sont sélectionnées et liées à la composante « évaluation du risque » de l'avis par l'intermédiaire de la dynamique de la réponse présumée ou modélisée.

Les avis conditionnés par les changements climatiques (ACCC) prennent explicitement en compte les changements climatiques lors de l'estimation de la probabilité qu'un objectif soit atteint (p. ex. une population qui dépasse sa cible) et suggère qu'on apporte des modifications à la pêche afin de compenser pour le changement ou de le renforcer.

En fin de compte, l'ACCC exige des connaissances ou des hypothèses concernant la dynamique de productivité d'une ressource et les variables environnementales et écosystémiques qui peuvent avoir une incidence sur cette dynamique. Par exemple, il faut un lien de cause à effet entre l'état d'une ressource à l'heure actuelle et à l'avenir et une ou plusieurs variables qui sont touchées par les changements climatiques. Le conditionnement climatique ne devrait pas comme être considéré comme une explication mécaniste plus complète des processus biologiques qui réduit la variance causée par les changements environnementaux, mais plutôt comme le conditionnement ou l'ajustement de l'avis par les changements environnementaux. Ce conditionnement tient compte de l'incertitude dans le

processus de production biologique et de la façon dont l'inclusion de la variabilité climatique modifie l'incertitude qui se rapporte directement aux probabilités de l'atteinte des objectifs à des niveaux de risque acceptables. Cela se traduit facilement par la gestion des risques, qui consiste à maintenir des niveaux acceptables d'incertitude associés à des options de gestion. Cette démarche est conforme à l'approche de précaution du MPO (figure 2).

Le conditionnement climatique pourrait avoir peu d'incidence sur certains avis par rapport à d'autres. Il se peut que la sensibilité des ressources aux conditions environnementales soit suffisamment faible pour qu'aucune amélioration de la gestion des risques de l'impact des activités humaines ne soit possible en ajoutant la complexité de la variabilité de l'environnement et des changements climatiques au fondement de l'avis. Cependant, il existe des preuves que les avis sur les répercussions des activités humaines sur les ressources biologiques peuvent être améliorés lorsqu'on tient compte des conditions environnementales et des changements climatiques (Tomassi et al. 2017), ce qui justifie que la considération des effets possibles devienne la méthode d'évaluation par défaut. Les avis ainsi conditionnés devraient mener à des stratégies résilientes face au climat pour la gestion des ressources biologiques marines et d'eau douce. Le tableau 3 donne un aperçu des principales activités opérationnelles du MPO et de la façon dont le conditionnement climatique est susceptible d'avoir une incidence sur les avis scientifiques.

Dans les processus annuels (périodiques) d'évaluation des stocks du MPO (et de nombreuses autres autorités mondiales en matière de pêches), le cadre de risque officiel pour l'avis est rarement abordé de façon explicite. Toutefois, le cadre actuel de l'approche de précaution du MPO (et d'autres cadres comparables d'organismes consultatifs tels que le CIEM) peut être intégré dans sa totalité par ces cadres axés sur le risque. Par conséquent, même si la terminologie exacte ci-dessous n'est pas couramment utilisée dans les documents d'avis scientifiques du SCCS et les discussions ministérielles, elle sous-tend la pratique actuelle dans la plupart des décisions fondées sur des données scientifiques du MPO, et les changements climatiques devient simplement un autre facteur ayant une incidence sur le profil de risque dans la prise de décisions.

La nature axée sur le risque des avis scientifiques du MPO peut être élargie pour incorporer les effets des changements climatiques d'une manière comparable à tout autre facteur ayant une incidence sur le profil de gestion du risque. Cela peut être accompli en quantifiant et en représentant l'incertitude qu'apportent les écarts environnementaux par rapport aux conditions de référence dans l'évaluation du risque d'une activité humaine sur cette ressource. Cette approche est fondée sur le concept de **l'équivalence de risque** dans les avis sur la gestion des ressources, ce qui est un moyen de veiller à ce que les décisions de gestion puissent être vues comme étant équivalentes en termes de risque, peu importe l'état des connaissances des données, les modèles de dynamique des ressources, ou les processus de production biologique en cause dans l'évaluation de la ressource et son état actuel. Cela aboutit à une application uniforme du risque pour la prise de décisions. L'équivalence de risque est assurée par l'inclusion des « zones tampons », qui sont consignées directement dans la formulation des avis sur la gestion des activités de pêche (ou d'autres pressions sur une ressource). Les zones tampons ont pour but de réduire systématiquement le niveau d'activité recommandé lorsque l'incertitude quant à l'évaluation des risques pertinents augmente (Punt et al. 2012, Fulton et al. 2016).

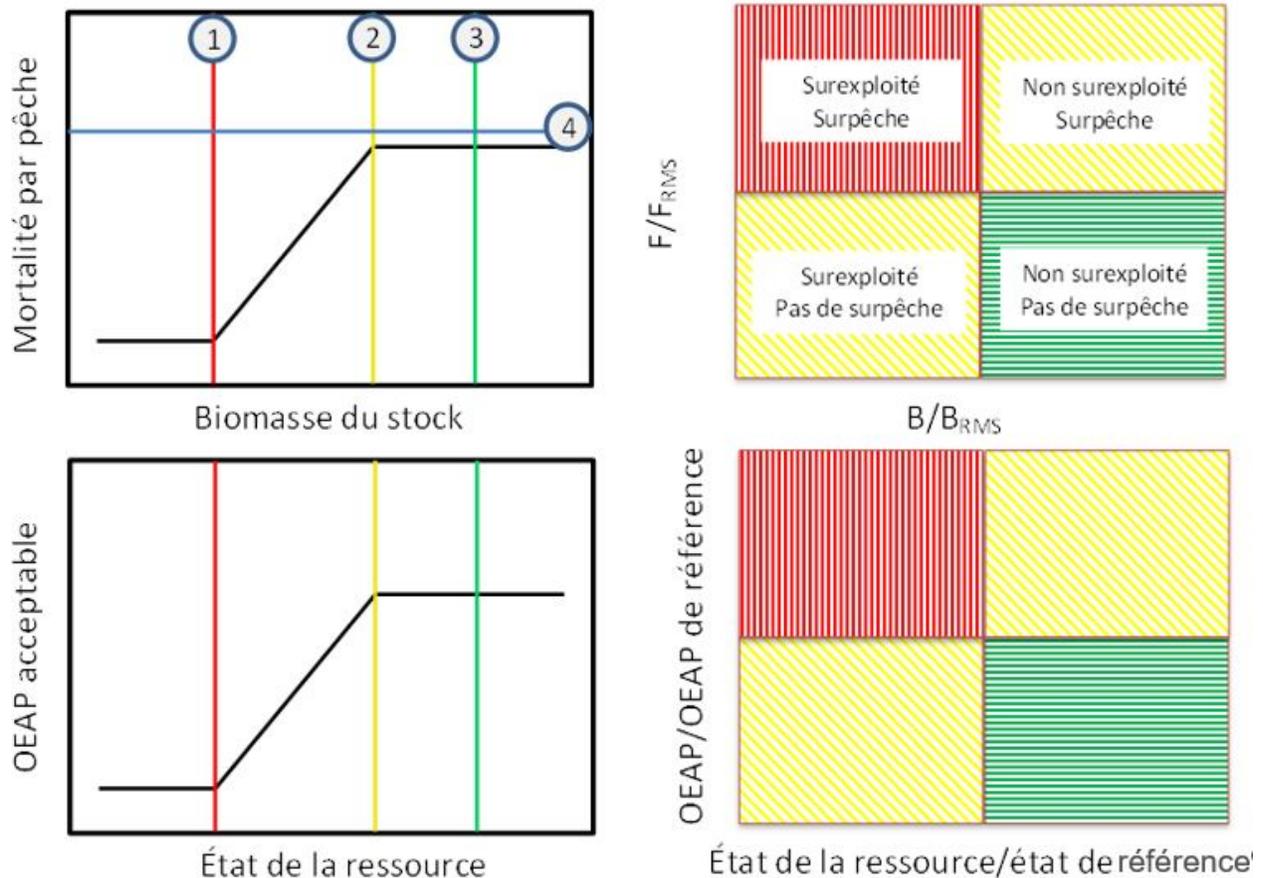


Figure 2. Approche de précaution du MPO pour les pêches durables (en haut à gauche), généralisée pour tous les types d'ouvrages, d'entreprises, d'activités ou de pêches (OEAP) touchant une ressource biologique (en bas à gauche). Les lignes rouges (1), jaunes (2) et vertes (3) indiquent un point de référence limite, un point de référence supérieur du stock, et un point de référence cible, respectivement, pour l'état de la ressource. Le bâton rompu (Z à l'envers – ligne noire) représente la règle pour la gestion de l'OEAP compte tenu de l'évaluation de l'état de la ressource. Les panneaux de droite sont des tracés Kobe qui reflètent le résultat de décisions passées, en donnant une vue d'ensemble des zones d'acceptabilité en fonction de l'évaluation de l'état de la ressource et du niveau d'OEAP par rapport à la valeur de référence choisie (« 3 » dans le graphique en haut à gauche) qui, selon les directives de l'UNCLOS et de l'Accord sur les stocks halieutiques devrait être la biomasse inférieure et la mortalité par pêche supérieure qui produisent le rendement maximal soutenu (B_{RMS} et F_{RMS}) dans le cas des pêches. La partie supérieure gauche (lignes verticales rouges) est ainsi « pression excessive et ressource épuisée par rapport à la cible »; la partie supérieure droite (lignes diagonales jaunes) est « pression excessive, ressource non épuisée actuellement »; la partie inférieure gauche (lignes diagonales jaunes) est « pression durable, ressource épuisée »; et la partie inférieure droite (lignes horizontales vertes) est « pression durable et ressource non épuisée ».

Les variables d'état environnementales (E) sont définies comme les variables climatiques, océanographiques ou écologiques susceptibles de changer sous l'effet des changements climatiques et sont connues pour influencer sur l'état et la dynamique d'une ressource, ou risquent de le faire. L'application de l'approche de l'équivalence de risque repose alors sur une comparaison de la série de variables d'état environnementales actuelles ou futures prévues aux

Cadre pour l'intégration des considérations relatives aux changements climatiques dans l'évaluation des stocks halieutiques

Région de la capitale nationale

conditions environnementales historiques, de référence ou de départ (E_{base}) pour une ressource.

La sélection des variables E (p. ex., tableau 2) sera propre à chaque cas et dépendra i) de la disponibilité et la qualité des données (y compris leur résolution spatiale et temporelle); ii) de la probabilité et du taux relatif de changement possible dans les variables environnementales susceptibles de changer sous l'effet du forçage climatique; et iii) des relations et interactions potentielles entre les variables. Les variables E seraient propres à une ressource ou à un écosystème, mais peuvent être représentées de façon générique comme une seule mesure de l'état de l'environnement (l'axe E, p. ex., Plourde *et al.* 2015) pour être utilisées dans l'évaluation des risques. La définition de E tiendrait explicitement compte des variations historiques, de la répartition spatiale et de l'état de référence.

Tableau 3 : Influence probable du conditionnement des changements climatiques sur le profil des avis pour différentes caractéristiques des domaines généraux des activités liées aux avis scientifiques sur les risques, gérées par le MPO, qui ont une incidence sur l'état des ressources biologiques. Exposants : [1] Pour des cas où le Ministère dispose d'une quantité au moins moyenne d'information; [2] La limite supérieure dépend du cycle biologique du stock, les avis demeurant fiables sur des intervalles aussi espacés probablement uniquement pour les espèces affichant une assez grande longévité; [3] Préserver la structure de l'écosystème afin d'appuyer ses fonctions; [4] Restauration de l'habitat (c.-à-d. une pression temporaire qui disparaîtra) ou rétablissement des populations touchées.

	Échelle de temps de la validité de l'avis	Type d'avis prédominant	Nature de l'OEAP	Mise à jour	Nature des seuils [1]	Possibilité que les conditions des CC modifient le profil de risque
Évaluation des stocks d'une seule espèce	1-5 ans [2]	tactique	pêche	points du cadre de l'approche de précaution	explicites, quantitatifs	peut-être
Mise en valeur des salmonidés	1-5 ans	tactique et stratégique	calendrier de production, dates de lâcher dans la nature	objectif de mise en valeur, protection du statu quo	explicites pour les différents programmes	probablement
Approche écosystémique et évaluation des stocks de plusieurs espèces	~5 ans	stratégique	pêche	abondance relative de l'espèce [3]	implicites ou explicites, quantitatifs	probablement
Programme de protection des pêches (avec rétablissement) [4]	1-10 ans	essentiellement tactique à stratégique	perturbation temporaire de l'habitat	protection du statu quo	explicites, quantitatifs	probablement
Programme de protection des pêches	permanente	tactique - stratégique	modification de l'habitat (p. ex., remblai)	protection du statu quo	explicites, quantitatifs	très probablement
Aquaculture	1-20 ans	tactique et stratégique	localisation des concessions, santé des poissons	prévention, optimisation de l'efficacité de la production	de plus en plus explicites	probablement
Espèces en péril	de 1 an à 3 générations	tactique et stratégique	pêche, plusieurs	objectifs de rétablissement pour	explicites, quantitatifs	probablement

**Cadre pour l'intégration des considérations
relatives aux changements climatiques dans
l'évaluation des stocks halieutiques**

Région de la capitale nationale

	Échelle de temps de la validité de l'avis	Type d'avis prédominant	Nature de l'OEAP	Mise à jour	Nature des seuils [1]	Possibilité que les conditions des CC modifient le profil de risque
				l'abondance et le délai		
Océans (ZPM, planification spatiale)	périodique, ~10 ans	stratégique	plusieurs	mise en valeur, protection du statu quo	implicites, qualitatifs. Peuvent être explicites, quantitatifs pour certaines espèces ou propriétés de l'écosystème	très probablement
Espèces aquatiques envahissantes	jusqu'à la mise à jour	stratégique	plusieurs	prévention	explicites, quantitatifs	très probablement

E_{base} définit l'état de référence de l'environnement qui a servi de base à la compréhension actuelle et à l'état « normal » utilisés pour calculer les points de référence limites actuels ou les règles de contrôle des prises pour les stocks. La détermination de l'état de référence de l'environnement E_{base} est une partie essentielle de l'application de cette approche axée sur les risques pour intégrer les considérations liées aux changements climatiques dans les évaluations des stocks. L'état de référence est défini par la fréquence historique, l'ampleur et le moment des variations dans les variables E, et l'incertitude inhérente qui entoure la mesure ou la modélisation de E. L'introduction des considérations liées aux changements climatiques viserait à tenir compte des conditions environnementales qui s'écartent des profils de E_{base} , y compris les tendances, les nouveaux extrêmes et les écarts réduits ou amplifiés dans le temps et dans l'espace. Duplisea et ses collègues (2018) décrivent diverses approches pour déterminer E_{base} en ce qui a trait à l'état de la ressource et aux données environnementales disponibles. Il est alors possible de normaliser l'état de l'environnement pour une ressource en tant que facteur de déviation par rapport à son état de référence (E/E_{base}).

La relation entre la probabilité qu'une ressource se trouve dans un état donné et le niveau d'une activité humaine gérée est appelée le **profil de risque** (p. ex., figure 3.). Ce profil caractérise la réponse de la ressource à la pression humaine et les options de gestion disponibles pour atteindre un objectif, en tenant compte de l'incertitude dans l'évaluation de l'état de la ressource. Le conditionnement environnemental du risque consiste à ajuster le profil de risque (notamment l'incertitude liée à la dynamique de la ressource) en fonction de l'incertitude supplémentaire induite par les écarts environnementaux par rapport à l'état de référence de l'environnement, c'est-à-dire E/E_{base} . Selon les données disponibles, les connaissances, les méthodes d'évaluation, les sources d'incertitude et l'objectif et le calendrier de l'avis, il est possible de calculer les profils de risque conditionnés en fonction de l'environnement dans le modèle d'évaluation à partir d'une ou de plusieurs relations fonctionnelles entre un ou plusieurs éléments de la dynamique de la ressource et les variables E pertinentes.

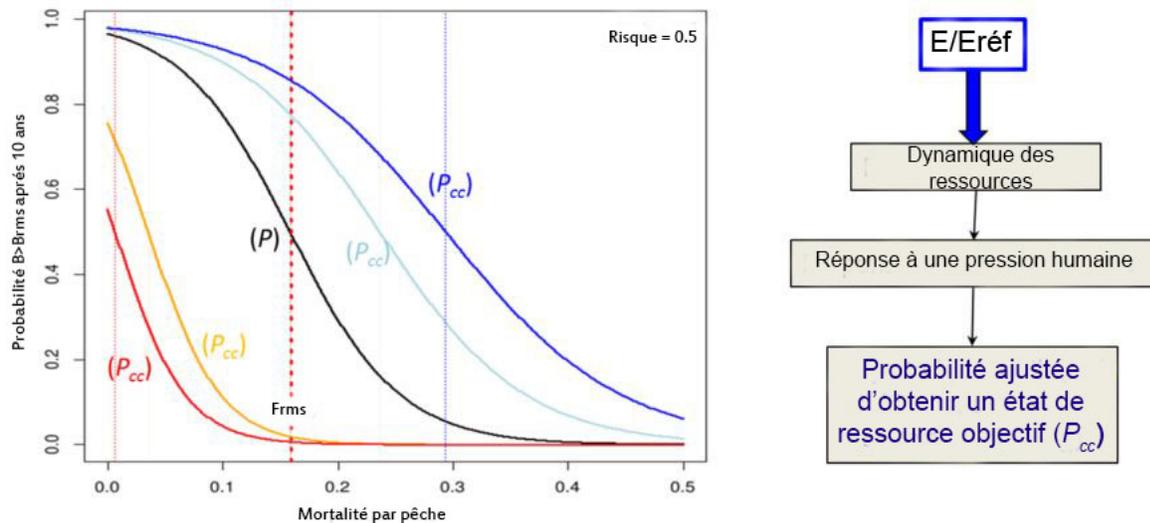


Figure 3. Exemple hypothétique de profils de risque conditionnés selon le climat et illustrant la probabilité (P) d'atteindre un niveau cible (p. ex., $B > B_{rms}$ après 10 ans (axe des ordonnées) en réponse à une pression humaine (p. ex., la mortalité par pêche (F) (axe des abscisses)), en fonction de différentes attentes de certaines variables environnementales E (p. ex., la température de la mer) et pour un niveau de risque donné (p. ex., la tolérance au risque de la gestion (dans le cas présent, 0,5, coin droit, ligne pointillée rouge). La ligne noire (P) représente l'avis non conditionné (p. ex., en supposant une variation environnementale aléatoire dans l'état de référence). Les lignes colorées (P_{cc}) représentent le même avis conditionné pour l'influence d'écart environnementaux non aléatoires par rapport à l'état de référence. (Deux scénarios plus chauds et deux plus froids). Le facteur de conditionnement du climat (FCC) serait le ratio de la valeur de pression humaine (dans ce cas, F) dont le niveau de risque est de 50 % dans l'un des scénarios de changement climatique et de cette même pression (F) dans le scénario de référence.

Dans les évaluations du stock, le changement de risque le rapport entre le profil de référence (risque standard) et les profils de risque conditionnés en fonction de risque conditionné pour l'environnement, et le profil de risque associé aux conditions de référence est appelé **facteur de conditionnement climatique** (FCC; figure 3). Les conditions environnementales susceptibles d'occasionner un FCC différent de zéro nécessiteront d'ajuster le niveau de l'activité humaine dans le but de maintenir le niveau souhaité d'aversion au risque pour une ressource (p. ex., l'objectif de gestion). Pour les cas bien documentés, les facteurs de conditionnement du climat peuvent être estimés à partir des connaissances des processus et des relations en jeu. Toutefois, dans les cas pour lesquels on a trop peu de données, il faudra inférer les facteurs de conditionnement du climat à partir de cas semblables bien documentés, d'autres études de la même espèce ou d'une espèce similaire ailleurs dans la zone à l'étude, d'études sur le cycle biologique de l'espèce, d'études de laboratoires ou de connaissances spécialisées.

À l'heure actuelle, les connaissances disponibles seront probablement insuffisantes dans la plupart des cas pour permettre de déterminer l'importance des divers facteurs environnementaux pouvant avoir une incidence sur la dynamique des populations. Par conséquent, on ne disposera pas de relations solides entre E et l'état de la ressource. Toutefois, la mise en œuvre systématique du conditionnement environnemental du risque orientera l'acquisition des connaissances et des données requises afin d'élaborer des FCC plus fiables et accroître le degré de confiance à l'égard des avis scientifiques conditionnés en

**Cadre pour l'intégration des considérations
relatives aux changements climatiques dans
l'évaluation des stocks halieutiques**

Région de la capitale nationale

fonction du climat. Les travaux futurs d'élaboration d'avis conditionnés par les changements climatiques (ACCC) devraient chercher à mettre au point et valider des FCC, ce qui permettra de déterminer les niveaux appropriés d'amortissement du risque dans les cas pauvres en données ou pour lesquels les connaissances des processus demeurent limitées. Des exemples de composantes des évaluations des stocks halieutiques réalisées par le MPO et la façon dont elles pourraient être influencées par les changements climatiques à différentes échelles temporelles sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4. Exemples de composantes des avis standard sur les évaluations des stocks halieutiques et façons dont elles sont influencées par les changements climatiques à différentes échelles temporelles.

Facteur	Propriété	Échelle temporelle	Interaction	Nécessité de gérer le risque
État	Biomasse du stock reproducteur	Annuelle	Les changements climatiques pourraient entraîner des changements de la taille à l'âge d'une cohorte à l'autre.	Rendre le poids selon l'âge conditionnel au rapport E/Ebase pour l'année de production de la cohorte, afin de gérer le risque de ne pas avoir une biomasse mature adéquate disponible pour le frai chaque année.
		Plusieurs années	Les conditions océanographiques propices au frai changent tant sur le plan de l'étendue que sur celui de l'emplacement.	Rendre la BSR cible, qui doit être présente à la fin de la pêche, conditionnelle au rapport E/Ebase afin qu'un nombre suffisant de reproducteurs soit disponible pour saturer le volume propice à la reproduction et gérer le risque de compromettre le recrutement puisque la quantité de recrues nécessaires change.
		Plusieurs dizaines d'années	La composition des espèces et la productivité primaire changent, de sorte que les relations dans le réseau trophique évoluent dans l'écosystème.	Réévaluer les besoins d'un nouvel ensemble de prédateurs de niveau trophique supérieur sur les niveaux trophiques moyens et inférieurs, de sorte que les nouveaux niveaux de proies non pêchés établis pour les espèces fourragères permettent de gérer le risque de manque de proies pour les besoins de tous les prédateurs.

**Cadre pour l'intégration des considérations
relatives aux changements climatiques dans
l'évaluation des stocks halieutiques**

Région de la capitale nationale

Facteur	Propriété	Échelle temporelle	Interaction	Nécessité de gérer le risque
Pression	Mortalité par pêche	Annuelle	La mortalité hivernale devient plus variable à mesure que les conditions des glaces hivernales deviennent moins prévisibles.	Rendre la variable m dans les évaluations des stocks conditionnelle au rapport E/Ebase (peut-être le moment de la fonte des glaces) pour que F varie à l'inverse et ainsi gérer le risque que la mortalité totale du stock devienne non durable les années où le régime des glaces est défavorable.
		Plusieurs années	Le stock se regroupe en aggrégation de plus en plus dense, parce que le volume d'habitat convenable diminue en raison de la dégradation de l'environnement.	Rendre la relation F/effort dans les évaluations des stocks conditionnelle au rapport E/Ebase (espace d'habitat disponible) afin que l'évolution de q soit prise en compte dans l'avis et gérer ainsi le niveau d'exploitation du stock.
		Plusieurs dizaines d'années	Une tendance importante à long terme se dégage pour les recrues par reproducteur en raison de la dégradation de l'environnement.	Élaborer une règle de contrôle des prises qui tient compte de la tendance du rapport E/Ebase afin d'ajuster le taux d'exploitation cible selon la tendance dans l'incidence des conditions environnementales sur la productivité du stock, ce qui permet de gérer le risque de compromettre le recrutement.
Ajustement de la variable P elle-même		Annuelle	Les espèces protégées, capturées en tant que prises accessoires, entrent dans la zone de pêche les années où les conditions environnementales sont favorables.	Comme les taux de prises accessoires sont proportionnels à l'effort de pêche pour l'espèce ciblée, établir un plafond total de l'effort conditionnel au rapport E/Ebase, de manière à réduire proactivement l'effort lorsque les conditions favorables à des prises accessoires importantes se produisent, ce qui permet de gérer le risque de dépasser la tolérance de l'espèce protégée aux prises accessoires.
		Plusieurs années	La composition des espèces dans une pêche plurispécifique évolue, car les conditions privilégiées par les différentes espèces changent à des rythmes différents.	Rendre la tolérance au risque de dépassement pour le taux d'exploitation durable de l'espèce la moins favorisée par la tendance environnementale plus stricte que celle des autres espèces du complexe afin de gérer le risque collectif que tous les taux de récolte ne soient pas durables.

Comme le MPO mène un grand nombre d'évaluations de stocks, il y en a probablement quelques-unes qui ne nécessiteront pas que les impacts du changement climatique soient inclus. Par exemple, pour produire des avis scientifiques à court terme (tactiques), les principales incertitudes dans l'évaluation du stock s'articulent habituellement autour de deux composantes de la productivité : le recrutement et la mortalité. Il faudra étudier les

circonstances dans lesquelles ces composantes pourraient être influencées par les changements climatiques. Cependant, il est important de reconnaître que les composantes **stratégiques** des avis pourraient être concernées également et, par conséquent, qu'il soit nécessaire de conditionner les avis pour les changements climatiques dans tous les cas où des effets des changements climatiques sont plausibles. En outre, il n'existe pas de modèles mécanistes permettant d'élaborer entièrement les profils de risque pour la plupart des ressources biologiques gérées par le MPO. Dans les situations pauvres en connaissances des processus ou en données, il est approprié et réalisable d'adopter une approche d'amortissement (p. ex., figure 4).

Cette approche est un moyen d'appliquer des zones tampons aux avis « standard » qui visent à tenir compte des changements de productivité et du risque de ne pas atteindre les objectifs en raison d'autres facteurs comme la qualité des données ou les changements climatiques.

Les caractéristiques des facteurs de conditionnement du climat et des avis conditionnés en fonction des changements climatiques sont définies dans le tableau 5. Un organigramme du processus d'élaboration des avis conditionnés en fonction des changements climatiques est illustré sur la figure 5.

**Cadre pour l'intégration des considérations
relatives aux changements climatiques dans
l'évaluation des stocks halieutiques**

Région de la capitale nationale

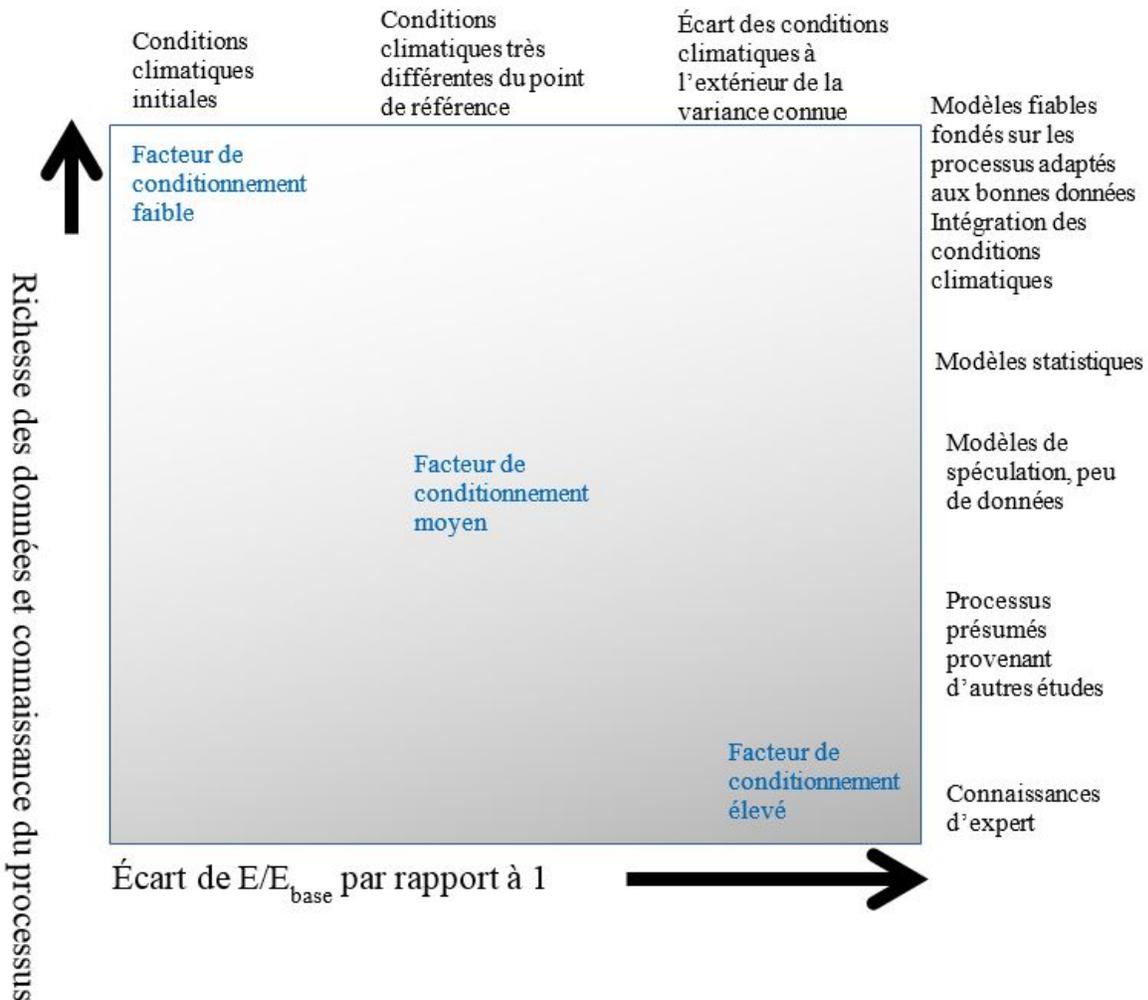


Figure 4. Importance (ampleur) de la zone tampon selon l'incertitude quant au niveau de compréhension et aux écarts de E/E_{base} . Aucun tampon n'est appliqué lorsque l'incidence de E sur X est incorporée dans les estimations/modèles des variables de l'état (forme d'évaluation interne et supérieure). Les zones tampons sont désignées comme des facteurs du conditionnement du climat (FCC) dans le présent document et seraient probablement des facteurs multiplicatifs de l'activité contrôlée par la gestion, comme la mortalité des poissons. En général, avec moins d'information sur le processus, l'autorisation d'un niveau semblable de l'activité humaine s'accompagne d'un risque plus grand de dommages, et le tampon modérateur sera par conséquent plus important. Toutefois, l'application de la zone tampon ne serait pas symétrique, ces dernières sont plus susceptibles d'être utilisées pour pénaliser une activité que pour l'augmenter.

**Cadre pour l'intégration des considérations
relatives aux changements climatiques dans
l'évaluation des stocks halieutiques**

Région de la capitale nationale

Tableau 5. Principales caractéristiques des facteurs de conditionnement du climat (FCC) et des avis conditionnés en fonction des changements climatiques (ACCC).

Terme	Définition
Facteur de conditionnement du climat (FCC)	<p>Changement du risque en raison de l'écart de E par rapport à E_{base}</p> <p>Principales composantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ampleur de l'écart de E par rapport à E_{base} - Disponibilité/qualité des données - Niveau de compréhension des effets de la pression humaine sur la dynamique de la ressource - Niveau de compréhension des effets de E sur la dynamique de la ressource
Avis conditionnés en fonction des changements climatiques (ACCC)	<p>Avis conditionnés de manière à parvenir à l'équivalence du risque compte tenu des changements climatiques</p> <p>Principales composantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fréquence de FCC $\neq 0$ - Récurrence de FCC $\neq 0$ - Objet et portée (temporelle) de l'avis
Variable environnementale influencée par les changements climatiques (E)	<p>Une variable environnementale ou un ensemble de variables environnementales influencées par les changements climatiques et qui à leur tour influencent la productivité d'un stock de poissons.</p> <p>E_{base} est le niveau de référence de E qui pourrait être considéré comme les conditions « normales » pour la base de comparaison et l'évaluation des écarts de E.</p>
Connaissance du processus	<p>La connaissance que possèdent les chercheurs du processus biologique et de la manière dont il est influencé par les changements climatiques. Inclut la capacité d'élaborer des modèles statistiques ou mécanistes du processus qui pourraient être utilisés dans l'analyse quantitative.</p>

**Cadre pour l'intégration des considérations
relatives aux changements climatiques dans
l'évaluation des stocks halieutiques**

Région de la capitale nationale

Terme	Définition
Profil de risque	Le changement de la probabilité qu'une action humaine contrôlée (la pêche) nuise à un stock et ait une incidence sur la capacité d'atteindre l'objectif de gestion pour le stock. Décrit par une courbe du niveau de probabilité par rapport au niveau de pêche pour un objectif donné. Un changement dans le profil de risque se rapporte à la façon dont cette courbe peut être modifiée par les changements climatiques ou un autre facteur. Un profil de risque modifié par les changements climatiques est désigné par P_{cc} .

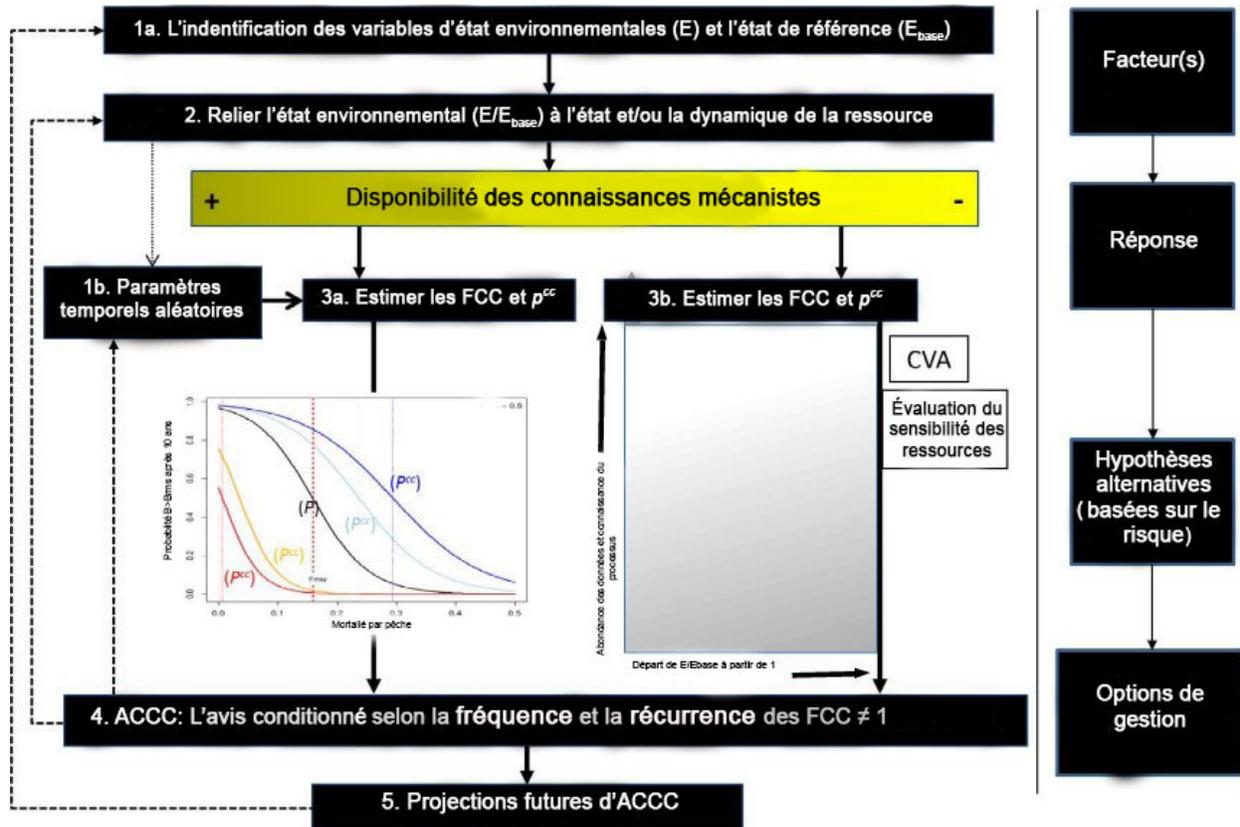


Figure 5. Organigramme illustrant les composantes, voies et processus clés inclus dans la production des avis conditionnés en fonction du changement climatique (ACCC). Les flèches noires (pleine) et bleues (tirets) représentent les processus de mise en œuvre séquentiels et itératifs, respectivement. Selon les connaissances et la disponibilité des données, l'évaluation de la réponse (étape 2) et la formulation et la mise à l'essai d'hypothèses alternatives basées sur le risque (les probabilités ou risques conditionnés en fonction du climat P_{cc}) seront effectués directement dans un modèle quantitatif pour l'évaluation de la ressource (étape 3a) ou indirectement, par l'intermédiaire de l'estimation des facteurs de conditionnement du climat (FCC) (étape 3b). L'utilisation de paramètres temporels aléatoires avec hypothèses relatives au changement climatique (étape 1b) peut permettre d'étudier d'autres scénarios dans les modèles d'évaluation et d'estimer P_{cc} jusqu'à ce que les facteurs pertinents (E) et l'état de référence (E_{base}) soient identifiés (étape 1a). L'avis conditionné en fonction du changement climatique (ACCC) relatif à l'utilisation de la ressource (étape 4) est formulé d'après la fréquence et la récurrence des écarts de E par rapport à E_{base} (et donc la fréquence et la récurrence des FCC différents de zéro). Les projections futures d'ACCC pour étudier des seuils et compromis à plus longs termes constituent une des prochaines étapes recommandées (étape 5).

Sources d'incertitude

Pepin et ses collègues (2018) ont examiné 178 documents d'évaluation de stocks canadiens produits par le MPO entre 2000 et 2017, afin d'évaluer s'ils ont considéré des processus liés aux changements climatiques. Cependant, leur examen a révélé qu'il y a beaucoup plus de stocks de poissons et d'invertébrés au Canada qui ne sont pas évalués par le MPO. En outre, on sait que certaines évaluations des stocks du MPO ont tenu compte des processus liés aux changements climatiques, mais ont conclu qu'ils ne modifiaient pas l'avis, et ils n'ont par

conséquent pas été inclus ou mentionnés dans l'évaluation de ces espèces. Pour cette raison, les proportions des 178 évaluations des stocks canadiens examinées qui tenaient compte des processus climatiques, océanographiques ou écologiques, sont considérées comme des estimations minimales. Autrement dit, le nombre réel de stocks pour lesquels des processus reliés aux changements climatiques sont considérés dans l'évaluation est probablement plus élevé que les chiffres figurant dans le présent examen).

Pendant les discussions, les participants ont également fait remarquer que les stratégies d'intégration des données sur les changements climatiques aux avis scientifiques sont sans doute semblables à celles qui permettent d'intégrer les considérations relatives aux écosystèmes dans les avis scientifiques, car l'état du système et la nature des interactions dans un écosystème sont les éléments fondamentaux de la mise en œuvre d'une stratégie scientifique climatique. Par exemple, les changements causés par les changements climatiques sont vraisemblablement pertinents pour une approche écosystémique. Par conséquent, la prise en compte des facteurs liés aux changements climatiques est une étape vers l'atteinte d'une approche écosystémique pour la production des avis scientifiques du MPO. Le présent processus d'examen n'a pas étudié cet aspect de manière détaillée.

CONCLUSIONS ET AVIS

Les travaux examinés pendant ce processus du SCCS portaient sur les évaluations des stocks canadiens effectuées par le MPO, mais le cadre proposé peut également s'appliquer à d'autres mandats du Ministère. Deux méthodes principales (non mutuellement exclusives) ont été reconnues pour intégrer à l'avenir les processus liés aux changements climatiques dans les avis scientifiques du MPO. La première, qui pourrait être mise en œuvre rapidement puisqu'elle s'appuie sur les pratiques actuelles, consiste à améliorer les processus actuels d'évaluation des stocks par des analyses et aspects supplémentaires qui tiennent compte des processus liés aux changements climatiques. La seconde passe par l'élaboration et l'adoption d'un nouveau cadre pour intégrer les processus liés aux changements climatiques dans la production des avis scientifiques pour les évaluations des stocks, en appliquant des avis conditionnés en fonction des changements climatiques (ACCC), possiblement en utilisant des facteurs de conditionnement du climat (FCC). Les recommandations suivantes sont proposées pour inviter le MPO à adopter ces deux méthodes.

1. Il est recommandé que le MPO élabore une stratégie générale sur la science des changements climatiques, afin d'inclure les considérations liées aux changements climatiques dans les avis scientifiques qui guident l'accomplissement des responsabilités énoncées dans son mandat. Cette stratégie doit être élaborée avec d'autres secteurs du MPO (comme d'autres stratégies importantes du MPO l'ont été) et viserait à :
 - a. améliorer la capacité du MPO à déceler les changements climatiques (signes d'avertissement précoces);
 - b. soutenir des séries temporelles à long terme pour des variables liées aux changements climatiques et contribuer à leur mise à jour;
 - c. faciliter la recherche plus générale axée sur les processus pour comprendre les mécanismes;
 - d. faciliter les décisions de gestion étayées par les données climatiques;
 - e. faciliter la collaboration avec d'autres secteurs.

2. Il est recommandé que la stratégie sur la science des changements climatiques contienne une approche systématique pour la mise en œuvre de considérations liées aux changements climatiques dans les évaluations des stocks et d'autres produits consultatifs ainsi que pour les réponses aux changements à court termes (changements océanographiques) et écosystémiques. Pour les évaluations des stocks, une telle stratégie de mise en œuvre permettrait de :
 - a. tenir compte des évaluations de vulnérabilité/réponses et des réponses dans le but, entre autres, d'établir pour quels stocks il est le plus urgent de tenir compte des changements climatiques, mais aussi pour déterminer les ensembles pertinents de facteurs climatiques, écologiques ou océanographiques qui permettraient de tenir compte des changements climatiques dans les évaluations;
 - b. donner des exemples d'évaluations des stocks pour lesquelles le conditionnement de l'avis pour les changements climatiques peut faire une différence;
 - c. tenir compte des directives du GIEC pour attribuer et déceler les impacts des changements climatiques et des activités anthropiques sur les évaluations des stocks afin de déterminer les mécanismes.
3. Il est recommandé de déterminer les renseignements précis requis pour la stratégie de mise en œuvre de la stratégie sur la science des changements climatiques par rapport à chaque secteur client majeur du MPO et de les regrouper dans un seul document ou une seule liste des renseignements nécessaires pour la stratégie de mise en œuvre, et d'adapter le présent processus de rapports sur l'état de l'écosystème du MPO pour répondre à ces besoins en matière d'information.
4. Il est recommandé d'inclure dans chaque rapport d'évaluation du stock une description indiquant si les renseignements/processus relatifs aux changements climatiques ont été pris en compte dans cette évaluation, lesquels, et comment ils l'ont été. Il faut aussi mentionner les lacunes dans les connaissances existantes ou les renseignements manquants qui pourraient empêcher la prise en compte de ces renseignements dans l'évaluation. Il faut préparer des directives sur la façon de le faire et les mettre en œuvre, en tenant compte de la qualité des données et des exigences variables des différents stocks et évaluations.
5. Il est recommandé d'examiner les évaluations des stocks qui comprenaient des données écologiques, océanographiques ou sur les changements climatiques, afin de comprendre la différence que cette inclusion a pu faire pour l'avis, ainsi que les conséquences d'une telle modification de l'avis. Cet examen devrait porter sur des cas où l'évaluation a inclus des facteurs climatiques, mais où ces facteurs n'ont pas été repris dans l'avis, à titre de comparaisons. Les résultats seraient utilisés pour comprendre les applications fructueuses et s'il est possible d'appliquer leurs approches à d'autres évaluations.
6. Il est recommandé d'approfondir le cadre conceptuel fondé sur le risque afin de démontrer comment élaborer des facteurs de conditionnement du climat et des avis conditionnés en fonction des changements climatiques dans l'ensemble du continuum de richesse des données et de connaissance des processus. La création d'un groupe de travail pourrait permettre d'atteindre cet objectif.
7. Il est conseillé d'élaborer le cadre conceptuel fondé sur le risque proposé dans le présent document pour démontrer comment définir les variables climatiques, écologiques ou océanographiques appropriées et leurs périodes de référence. Il faudra faire le suivi des

expériences et de l'adoption de ce cadre conceptuel afin de comprendre où et comment il fonctionne, et le mettre à jour régulièrement à mesure que l'on acquiert davantage d'expérience avec le cadre.

8. Les participants ont conclu qu'un autre avis scientifique est nécessaire afin de définir les variables climatiques, écologiques ou océanographiques qui peuvent être utilisées pour intégrer les renseignements sur le climat dans les évaluations des stocks, ainsi que leurs périodes de référence. La tenue d'un atelier visant à examiner certaines études de cas afin de démontrer les diverses approches et leur utilité pour les avis tactiques à plus court terme et stratégiques à plus long terme faciliterait l'atteinte de cet objectif.
9. Il est convenu que les projections climatiques et océaniques pluriannuelles à décennales, à des échelles spatiales appropriées, sont nécessaires pour inclure de manière efficace les facteurs environnementaux et liés aux changements climatiques dans les avis destinés à la gestion des pêches, mais elles ne sont pas actuellement disponibles pour les eaux canadiennes.

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Affiliation
Daniel Duplisea	Auteur – PT n °1, Secteur des sciences du MPO, Région du Québec
Marie-Julie Roux	Auteur – PT n °1, Secteur des sciences du MPO, Région du Québec
Jake Rice	Auteur – PT n °1, Secteur des sciences du MPO, Région de la capitale nationale
Karen Hunter	Auteur – PT n °1, Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
Pierre Pepin	Auteur – PT n °2, Secteur des sciences du MPO, Région de Terre-Neuve
Jackie King	Auteur – PT n °2, Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
Carrie Holt	Auteur – PT n °2, Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
Kevin Hedges	Auteur – PT n °2, Secteur des sciences du MPO, Région du Centre et de l'Arctique
Helen Gurney-Smith	Auteur – PT n °2, Secteur des sciences du MPO, Région des Maritimes
Nancy Shackell	Auteur – PT n °2, Secteur des sciences du MPO, Région des Maritimes
Keith Lennon	Co-président, Secteur des sciences du MPO, Région de la capitale nationale
Ian Perry	Co-président, Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
Jim Kristmanson	Animateur du SCCS, Secteur des sciences du MPO, Région de la capitale nationale
Denise Joy	Facilitateur, Secteur des sciences du MPO, Région de la capitale nationale
Murray Smith	Facilitateur, Secteur des sciences du MPO, Région de la capitale nationale
Cortney Watt	Lecteur critique, Secteur des sciences du MPO, Région du Centre et de l'Arctique

**Cadre pour l'intégration des considérations
relatives aux changements climatiques dans
l'évaluation des stocks halieutiques**

Région de la capitale nationale

Nom	Affiliation
Ross Tallman	Lecteur critique, Secteur des sciences du MPO, Région du Centre et de l'Arctique
Tyler Tunney	Lecteur critique, Secteur des sciences du MPO, Région du Golfe
Stéphanie Boudreau	Lecteur critique, Secteur des sciences du MPO, Région du Golfe
Irene Andrushchenko	Lecteur critique, Secteur des sciences du MPO, Région des Maritimes
Dave Keith	Lecteur critique, Secteur des sciences du MPO, Région des Maritimes
Mariano Koen-Alonso	Lecteur critique, Secteur des sciences du MPO, Région de Terre-Neuve
Paul Regular	Lecteur critique, Secteur des sciences du MPO, Région de Terre-Neuve
Darrell Mallowney	Lecteur critique, Secteur des sciences du MPO, Région de Terre-Neuve
Andy Edwards	Lecteur critique, Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
John Holmes	Lecteur critique, Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
Angelica Pena	Lecteur critique, Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
Stéphane Plourde	Lecteur critique, Secteur des sciences du MPO, Région du Québec
Denis Chabot	Lecteur critique, Secteur des sciences du MPO, Région du Québec
Suzette Soomai	Lecteur critique, Gestion des pêches du MPO, Région des Maritimes
Roger Wysocki	Lecteur critique, Secteur des sciences du MPO, Région de la capitale nationale
Brittany Beauchamp	Lecteur critique, Secteur des sciences du MPO, Région de la capitale nationale
Deb Austin	Lecteur critique, Secteur des sciences du MPO, Région de la capitale nationale
Patrick Lynch	Lecteur critique, National Oceanic and Atmospheric Administration, États-Unis

**Cadre pour l'intégration des considérations
relatives aux changements climatiques dans
l'évaluation des stocks halieutiques**

Région de la capitale nationale

Nom	Affiliation
Jason Link	Lecteur critique, National Oceanic and Atmospheric Administration, États-Unis
Brian MacKenzie	Lecteur critique, Institut national des ressources aquatiques, Danemark
Kirsten Holsman	Lecteur critique, National Oceanic and Atmospheric Administration, États-Unis

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Cet avis scientifique découle de la réunion du 8 au 9 mai 2018, sur Cadre pour l'intégration des considérations relatives aux changements climatiques dans l'évaluation des stocks de poissons. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

- Blasiak, R., Spijkers, J., Tokunaga, K., Pittman, J., Yagi, N. et Osterblom, H. 2017. *Climate change and marine fisheries: Least developed countries top global index of vulnerability*. PLoS One 12(6): 15.
- Buren, A. D., Koen-Alonso, M., et Stenson, G. B. 2014. The role of harp seals, fisheries and food availability in driving the dynamics of northern cod. *Marine Ecology Progress Series*, 511, 265-284. doi:10.3354/meps10897
- Duplisea, D., Roux, M.-J., Hunter, K. et Rice, J. 2019. La gestion des ressources dans un contexte de changement climatique: une stratégie pour développer des avis scientifiques fondées sur la connaissance du climat. *Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech.* 2019/044. Sous presse.
- Fulton, E., Punt, A., Dichmont, C., Gorton, R., Sporcic, M., Dowling, N., Little, L., Haddon, M., Klaer, N. et Smith, D.C. 2016. Developing risk equivalent data-rich and data-limited harvest strategies. *Fisheries Research* 183: 574-587.
- García-Reyes, M. et Sydeman, W. 2017. California Multivariate Ocean Climate Indicator (MOCI) and marine ecosystem dynamics. *Ecological Indicators* 72: 521–529.
- Hertz, E., Trudel, M., Tucker, S., Beacham, T., Parken, C., Mackas, D. et Mazumder, A. 2016. Influences of ocean conditions and feeding ecology on the survival of juvenile Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Fisheries Oceanography* 25: 407–419.
- MPO. 2013a. Évaluation fondée sur les risques des impacts et des menaces que les changements climatiques présentent pour l'infrastructure et les systèmes biologiques qui relèvent du mandat de Pêches et Océans Canada – grand bassin aquatique de l'Arctique. *Secr. can. de consult. sci. du MPO. Rép. des Sci.* 2012/042.
- MPO. 2013b. Évaluation fondée sur les risques des impacts et des menaces que les changements climatiques présentent pour l'infrastructure et les systèmes biologiques qui relèvent du mandat de Pêches et Océans Canada – Grand bassin aquatique de l'Atlantique. *Secr. can. de consult. sci. du MPO. Rép. des Sci.* 2012/044.
- MPO. 2013c. Évaluation fondée sur les risques des impacts et des menaces que les changements climatiques présentent pour l'infrastructure et les systèmes biologiques qui relèvent du mandat de Pêches et Océans Canada – Grand bassin aquatique d'eau douce. *Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci.* 2013/011.
- MPO. 2013d. Évaluation fondée sur les risques des impacts et des menaces que les changements climatiques présentent pour les infrastructures et les systèmes biologiques qui relèvent du mandat de Pêches et Océans Canada – Grand Bassin Aquatique du Pacifique. *Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci.* 2013/016

- Pepin, P., King, J. Holt, C., Gurney-Smith, H., Shackell, N., Hedges, K., Bundy, A. 2019. Intégration des considérations relatives aux changements climatiques, océanographiques et écologiques dans les évaluations des populations: examen du processus de consultation scientifique de Pêches et Océans Canada. Doc. de rech. 2019/043. Sous presse.
- Plourde, S., Grégoire, F., Lehoux, C., Galbraith, P.S., Castonguay, M. et Ringuette, M. 2015. Effect of environmental variability on body condition and recruitment success of Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus* L.) in the Gulf of St. Lawrence. Fisheries oceanography 24: 347-363.
- Punt, A.E., Siddeek, M.S.M., Garber-Yonts, B., Dalton, M., Rugolo, L., Stram, D., Turnock, B.J. et Zheng, J. 2012. Evaluating the impact of buffers to account for scientific uncertainty when setting TACs: application to red king crab in Bristol Bay, Alaska. ICES Journal of Marine Science 69: 624-634.
- Skern-Mauritzen, M., Ottersen, G., Handegard, N., Huse, G., Dingsør, G., Stenseth, N.-C. et Kjesbu, O. 2016. Ecosystem processes are rarely included in tactical fisheries management. Fish and Fisheries 17: 165-175.
- Tommasi, D., Stock, C.A., Hobday, A.J., Methot, R., Kaplan, I.C., Eveson, J.P., Holsman, K., Miller, T.J., Gaichas, S., Gehlen, M., Pershing, A. *et al.* 2017. Managing living marine resources in a dynamic environment: the role of seasonal to decadal climate forecasts. Progress in Oceanography 152: 15-49.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région de la capitale nationale
Pêches et Océans Canada
200, rue Kent, Ottawa (Ontario) K1A 0E6

Téléphone : 613-990-0293

Courriel : csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca

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

ISSN 1919-5117

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2019



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2019. Cadre pour l'intégration des considérations relatives aux changements climatiques dans l'évaluation des stocks halieutiques. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2019/029.

Also available in English:

DFO. 2019 Framework for Incorporating Climate-Change Considerations Into Fisheries Stock Assessments. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2019/029.