



LES INCIDENCES POTENTIELLES DE LA PISCICULTURE SUR LES SUBSTRATS DE FOND MARIN DUR ET L'ÉLABORATION D'UN PROTOCOLE DE SURVEILLANCE NORMALISÉ



Cage aquacole sur la côte Sud de Terre-Neuve-et-Labrador (T.N.L.).

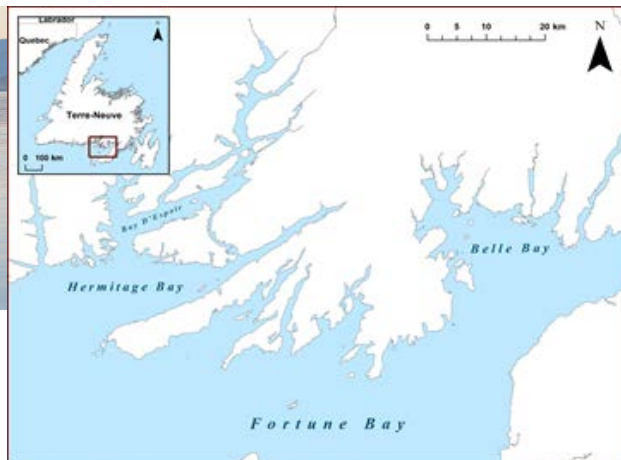


Figure 1. Carte géographique de la côte Sud de Terre Neuve et Labrador.

Contexte:

Dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador, le Programme de protection des pêches (PPP) de Pêches et Océans Canada (MPO) évalue les incidences potentielles des activités aquacoles sur le poisson et des habitats pour les activités de pêches importantes pour les canadiens. Afin de contribuer à l'évaluation de l'effet potentiel de l'aquaculture sur le poisson et l'habitat du poisson, l'industrie aquacole de Terre-Neuve-et-Labrador assure la surveillance de l'habitat des sites aquacoles de poissons. Cependant, les pratiques de surveillance basées sur l'échantillonnage aux fins d'analyse des mesures de redox et de sulfure ont présenté des défis dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador ; le PPP du MPO a donc apporté des changements à son protocole de surveillance en remplaçant les analyses des mesures de redox et de sulfure par l'utilisation de l'imagerie vidéo au-dessus des substrats rocheux.

Le PPP de Pêches et Océans Canada assure également l'examen des demandes de nouveaux sites ainsi que la provision de conseils concernant le choix des sites et les niveaux de production maximaux afin de minimiser les impacts environnementaux. Les conditions environnementales propres à la côte sud de Terre-Neuve-et-Labrador (p. ex. sites aquacoles en zones profondes, courants faibles, températures froides de l'eau, substrats de fond marin dur) nécessitent des conseils précis sur les répercussions de l'établissement et l'expansion des sites dans cette région. Pour répondre aux questions posées par le PPP, les objectifs suivants ont été élaborés : 1) Évaluer et établir un protocole de surveillance des organismes benthiques élaboré pour évaluer l'effet des opérations aquacoles de poissons sur les substrats de fond marin dur; 2) Évaluer l'applicabilité de l'utilisation des indicateurs visuels (l'accumulation de flocculant, le dégagement gazeux, la présence de *Beggiatoa* ou de complexes de polychètes opportunistes [CPO], etc.) pour déterminer les répercussions benthiques sur divers substrats; 3) Valider l'utilisation de DEPOMOD (un modèle commercial pour prédire les dépôts organiques sous les sites aquacoles de poissons) comme outil pour prédire l'étendue et la gravité des changements du milieu benthique liés aux opérations aquacoles dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador; 4) Évaluer l'effet de l'aquaculture sur la biodiversité benthique, les caractéristiques biophysiques et la fonctionnalité des habitats dans la région de T.-N.-L., et discuter de l'élaboration des seuils des répercussions de la surveillance régionale des organismes benthiques.

Le présent avis scientifique découle de la réunion tenue les 22 et 23 mai 2013, à St John's, à

Terre-Neuve-et-Labrador. Parmi les participants figuraient des employés de Pêches et Océans Canada, des représentants du gouvernement provincial de Terre-Neuve-et-Labrador, de l'industrie aquacole, du syndicat de la Fish, Food and Allied Workers (FFAW) et de la Première nation de Miawpukek, des professeurs et des étudiants diplômés de l'Université Memorial. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée lorsqu'elle sera disponible sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

SOMMAIRE

- L'imagerie vidéo peut constituer un outil principal pertinent pour évaluer les changements du milieu benthique pour ce qui est des substrats de fond marin essentiellement rocailloux dans les zones aquacoles de Terre-Neuve-et-Labrador.
- Les paramètres pour obtenir des vidéos de bonne qualité aux fins d'analyse ont fait l'objet d'une discussion. Parmi les facteurs, on retrouve une meilleure résolution, un éclairage plus important et l'orientation de la caméra. Ces méthodes peuvent évoluer à mesure que de nouvelles technologies émergent (systèmes de caméras et logiciel de traitement d'image).
- Il s'avère essentiel de se servir d'un outil de mesure spatial standardisé, comme un quadrant, afin d'obtenir une uniformité spatiale des informations récoltées par vidéo.
- Les observateurs doivent être formés afin d'analyser correctement les vidéos, de même l'utilisation du guide d'identification benthique visuelle, s'avèrent importants pour assurer une qualité comparable lors des évaluations environnementales.
- Le *Beggiatoa* et le CPO semblent constituer des indicateurs acceptables de l'enrichissement organique.
- La présence de *Beggiatoa* et de CPO n'a pas été observée dans les sites de référence, mais elle a été notée dans le cadre des activités aquacoles pour un éventail de substrats.
- Le niveau de *Beggiatoa* et de CPO diminue à mesure que l'on s'éloigne des cages.
- Il faut considérer plus de sites pour valider l'utilisation du modèle DEPOMOD pour prévoir le montant des dépôts des exploitations aquacoles dans les conditions de Terre-Neuve-et-Labrador.
- La caractérisation des assemblages benthiques à l'échelle de la zone d'étude dénote une répartition éparse (y compris des substrats mixtes). Les liens entre la profondeur, le type de substrat et la proximité des cages de poissons ont été discutés. Certaines communautés benthiques comptaient très peu de faune et de flore. Les conditions hypoxiques du milieu benthique peuvent exister pour certains sites avant même l'établissement du site aquacole.
- La caractérisation pertinente de l'étendue spatiale des zones de dépôt exige l'extension des transects d'échantillonnage du bord des cages au-delà de la limite actuelle (50 m) à 120 m.
- Le *Beggiatoa* et le CPO étaient toujours présents sur le site mis en jachère. Après une période de mise en jachère d'un an, les résultats démontrent une diminution de la portée spatiale des indicateurs organiques benthiques (*Beggiatoa* et CPO) à la zone en dessous des cages. Il faut mener davantage de recherche pour parvenir à une conclusion sur l'efficacité de la période de mise en jachère pour ce qui est de l'assimilation des dépôts et du retour à l'état de référence.

- Les modifications apportées à la *Loi sur les pêches* en 2012 ont permis de mettre sur pied un programme de protection des pêches qui mettra l'accent sur la protection des pêches, du poisson et de l'habitat du poisson pour soutenir les pêches en question. À la suite de ces changements, les résultats de ce travail ainsi que les recherches futures aideront à éclairer l'établissement de seuils de gestion.

INTRODUCTION

En règle générale, l'évaluation de l'habitat des sites aquacoles exigée par les organismes de réglementation de Terre-Neuve-et-Labrador reposait sur la collecte d'échantillons ponctuels autour du périmètre des cages de l'exploitation, dans un délai maximal de deux semaines avant ou après le début de la période de mise en jachère et de quatre à huit semaines avant la fin de la période de mise en jachère (repeuplement). Ces échantillons ponctuels du fond marin comptaient parfois des vidéos du fond. À l'heure actuelle, environ 90 % des sites d'élevage de poissons sur la côte sud se trouvent dans des zones d'une profondeur supérieure à 30 m et qui comptent des substrats durs et épars, soit du sable fin, des galets de taille moyenne, des blocs ou de la roche (substrat rocheux). Ainsi, il s'avère souvent impossible d'appliquer les indicateurs conventionnels comme la mesure du sulfure libre et le potentiel redox, pour évaluer les répercussions benthiques, en raison de la difficulté de prélèvement des échantillons ponctuels du fond marin dans ces zones. Des échantillons provenant de 23 sites aquacoles évalués sur la côte sud de Terre-Neuve-et-Labrador, seulement 44,5 % des tentatives d'échantillonnage ont produit des échantillons utiles (substrat de plus de 5 cm) pour la mesure du sulfure et du redox. De ce fait, il s'avère primordial de trouver une technique de surveillance adaptée à ces conditions et l'utilisation des relevés par vidéo constitue une méthode fiable possible. Les relevés par vidéo sont utilisés régulièrement dans de nombreux pays et au Canada pour évaluer les répercussions des exploitations aquacoles et ils constituent un outil de surveillance précieux. La surveillance vidéo des substrats de fond marin rocheux est nécessaire par l'application des conditions de permis de Pêches et Océans Canada en Colombie-Britannique, conformément au *Règlement du Pacifique sur l'aquaculture*, et les protocoles pour cette surveillance sont ajoutés au permis. Les vidéos sont relativement faciles à recueillir, elles sont rentables et elles fournissent un dossier permanent qui peut ensuite être utilisé à n'importe quel moment à des fins de comparaison.

Le conseil demandé par le Programme de protection des pêches de Pêches et Océans Canada comprend l'établissement des procédures d'exploitation standard pour les relevés par vidéo dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador. Les vidéos peuvent fournir une description du substrat, de la faune et de la flore et mettre l'accent sur la présence d'espèces indicatrices d'un changement benthique découlant de l'aquaculture, principalement le CPO et la bactérie persistante (*Beggiatoa* spp.) (sujet abordé plus en détail ci-dessous). En reconnaissant que la surveillance vidéo des répercussions benthiques demande des analyses susceptibles d'être menées par de nombreux observateurs, il était essentiel de réduire la variabilité des analyses parmi les observateurs. Pour atteindre le premier objectif de la réunion d'examen par les pairs, trois buts principaux ont été établis :

1. comparer les systèmes de caméra vidéo aux fins d'échantillonnage des fonds marins;
2. évaluer le degré de variabilité parmi les observateurs sur le plan de l'analyse des vidéos;
3. établir une liste préliminaire des espèces locales qui figurent dans les images extraites des vidéos.

Bien que de nombreuses variables biologiques et géochimiques aient été utilisées pour évaluer les conditions benthiques près des sites aquacoles, aucun de ces indicateurs n'a été

complètement évalué sur des substrats durs et mixtes. Deux indicateurs, soit le *Beggiatoa spp.* et le CPO, utilisés sur des substrats sablonneux peuvent être utiles pour des substrats rocaillieux, puisqu'ils appartiennent à la faune benthique et que l'on sait qu'ils sont présents près des sites d'élevage de poissons et des zones d'enrichissement sur des substrats rocaillieux. *Beggiatoa* crée des tapis à l'interface de conditions oxiques et anoxiques. Il est habituellement associé à des niveaux élevés de sulfure et a souvent été observé en dessous ou à côté des exploitations aquacoles sur les fonds marins durs en Colombie-Britannique (Emmett et al. 2008). De plus, de nombreuses études ont révélé que l'enrichissement organique benthique local se trouvant en dessous des cages de poissons peut être cerné par la présence de tapis de bactéries. Le deuxième indicateur potentiel, soit le CPO, est souvent observé dans les zones présentant un enrichissement organique et des conditions réduites. À Terre-Neuve-et-Labrador, une étude des rapports de surveillance (au bord des cages) a révélé que le *Beggiatoa* et le CPO constituent des indicateurs visuels valides d'un changement benthique attribuable à l'aquaculture et qu'ils réagissent le plus fortement aux activités d'exploitation (référence, niveau de production, mise en jachère), à la profondeur de l'eau et au type de substrat, dans une mesure moindre (Hamoutene et al. 2013). Ils sont corrélés à d'autres indicateurs des activités aquacoles, comme la présence de floculant, de dégagement gazeux et les sulfures aux sites aquacoles à Terre-Neuve-et-Labrador. Les tapis de *Beggiatoa* ont été observés, peu importe les dates des échantillonnages, et s'avèrent utiles pour effectuer la surveillance des répercussions environnementales liées aux cages de poissons. L'utilisation du pourcentage de couverture des tapis de bactéries plutôt que son absence ou sa présence a été prise en considération et les seuils de couverture de *Beggiatoa* sont dorénavant utilisés dans certains territoires (Colombie-Britannique et Maine) (Emmett et al. 2008, Wilson et al. 2009). Les données analysées pour atteindre le deuxième objectif découlant de cette réunion comprennent les renseignements recueillis sur le terrain par le personnel de Pêches et Océans Canada, de même que des informations extraites des rapports de surveillance de l'industrie. Les données ont été analysées pour déceler des tendances à l'échelle des sites en ce qui a trait à la distance par rapport aux cages et évaluer la variabilité des stations situées dans la même direction.

Différentes méthodes de modélisation pour mener des recherches sur la dispersion des déchets produits par l'aquaculture autour des exploitations aquacoles sont disponibles, dont la plus courante : DEPOMOD (Cromey et al. 2002, Chamberlain et al. 2005). D'abord créé en Écosse, le modèle DEPOMOD a depuis été mis à l'essai aux fins d'utilisation en Colombie-Britannique et est utilisé par différents organismes de réglementation et intervenants à l'échelle mondiale. DEPOMOD est un modèle de suivi des particules qui est utilisé pour prévoir les dépôts de carbone (flux en g C m²/jour) du fond marin, selon la bathymétrie, les courants, le taux de sédimentation des particules (excréments et nourriture), la position des cages, le taux d'alimentation et les résidus d'aliments. Dans le cadre du troisième objectif de cette réunion, une étude pour valider l'utilisation du modèle DEPOMOD dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador a été menée pour prévoir les dépôts de carbone en dessous et près des exploitations aquacoles. La vérification des résultats du modèle a été menée en comparant les dépôts de carbone observés sur le fond marin avec les valeurs calculées à partir du modèle. Les dépôts de carbone observés ont été estimés en utilisant les données des pièges à sédiments installés autour de deux sites aquacoles.

Les habitats de fond marin rocaillieux sont habituellement habités par les invertébrés sessiles, comme les éponges, les cnidaires, les ascidies et les bryozoaires, sur lesquels repose la majorité de la diversité et de la biomasse. Le groupe faunique peut être taxonomique ou locomoteur; une caractéristique éparse inhérente est souvent associée aux communautés d'espèces vivant sur les fonds marins rocheux. Aucun relevé complet n'a été mené pour les communautés benthiques autour des sites aquacoles de Terre-Neuve-et-Labrador et peu de

données sont disponibles au sujet de l'effet des dépôts sur les assemblages principaux. Le quatrième objectif de la réunion portait sur :

1. la caractérisation des assemblages benthiques subarctiques ou boréaux profonds autour des zones des cages de salmonidés sur la côte sud de Terre-Neuve-et-Labrador et leur répartition spatiale;
2. la détermination de facteurs qui ont un effet sur la répartition des assemblages benthiques autour des zones des cages et le lien avec la présence de *Beggiatoa* et de CPO;
3. la détermination de la portée spatiale de la présence d'indicateurs autour de certains sites de pisciculture à Terre-Neuve-et-Labrador pour tenter d'en évaluer l'effet spatial.

Les conditions environnementales propres à la côte sud de Terre-Neuve-et-Labrador (p. ex. courants faibles, températures froides de l'eau, faible teneur naturelle d'oxygène dissous en eau profonde, substrats de fond marin dur) nécessitent des conseils précis sur les répercussions de l'établissement et de l'expansion des sites dans la région. Le Programme de protection des pêches de Pêches et Océans Canada s'appuiera sur ces conseils pour prendre des décisions éclairées concernant le choix des sites et les densités de mise en charge, et pour déterminer si des mesures d'atténuation supplémentaires ou réduites ou de meilleures pratiques de gestion sont requises afin de minimiser les effets négatifs des activités aquacoles sur le poisson et son habitat. Ces conseils donneraient alors lieu à une meilleure certitude en matière de réglementation pour Pêches et Océans Canada et l'industrie de l'aquaculture dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador, tout en offrant à l'industrie de la pêche et au grand public plus d'assurance que les impacts environnementaux des opérations aquacoles sont adéquatement gérés. Les modifications apportées à la *Loi sur les pêches* en 2012 ont permis de mettre sur pied un programme de protection des pêches qui mettra l'accent sur la protection des pêches ainsi que du poisson et de son habitat pour soutenir les pêches en question. À la suite de ces changements, les constatations de ce travail et de sa poursuite aideront à fournir plus de renseignements quant à l'élaboration de seuils de gestion après l'établissement des objectifs de gestion.

ANALYSE

Objectif 1

L'uniformisation des méthodes comporte des avantages pour la surveillance à long terme en assurant la continuité, la précision de l'interprétation. La conformité à ces normes réduit la fréquence des erreurs d'échantillonnage qui peuvent entraîner des problèmes dans le cadre de l'analyse des observations et de l'interprétation des résultats. Les sites aquacoles à Terre-Neuve-et-Labrador se trouvent souvent en eau profonde (entre 30 m et 100 m) et ainsi, il n'est pas possible de faire appel à des plongeurs pour récupérer les vidéos. En outre, les systèmes d'amarrage utilisés pour fixer les cages aquacoles compliquent l'utilisation de véhicules téléguidés autour et dessous les cages directement. Ces faits ont mené à l'utilisation d'un système de caméra vidéo dans le cadre du programme de surveillance à Terre-Neuve-et-Labrador.

Les procédures opérationnelles normalisées pour la surveillance par vidéo à l'aide d'une caméra ont été établies et sont décrites dans le guide utilisé à l'heure actuelle (DFO 2013a). Nos observations révèlent que l'utilisation d'un cadre fixe autour de la caméra et, plus important encore, d'un éclairage adéquat et un rajustement de l'angle de la caméra permettent d'obtenir des images de qualité supérieure. Il était important de trouver une façon d'uniformiser la zone examinée; ainsi, des quadrants ont été utilisés pour fournir un outil visant à assurer l'uniformité

spatiale des données recueillies aux fins de surveillance. Ils peuvent également fournir une échelle pour estimer la taille des organismes ou la portée spatiale de la couverture des espèces indicatrices. Un autre élément que cette étude a permis de mettre en évidence est l'utilisation du logiciel Image J pour délimiter les espèces persistantes (algues coralliennes) et la présence d'indicateurs (*Beggiatoa* et CPO).

Un défi important quant à l'analyse des vidéos recueillies est la variabilité inhérente due aux observateurs. Nos résultats démontrent que la variabilité des observateurs est peu importante. Par conséquent, nous recommandons de fournir un guide de directives détaillé et une formation pertinente aux observateurs pour réduire la marge d'erreur. Les principaux documents liés à cet objectif sont:

1. guide détaillé de l'utilisation d'une caméra vidéo (DFO 2013a);
2. guide photographique des espèces benthiques qui composent les communautés sur fond marin dur de la côte sud de Terre-Neuve-et-Labrador (DFO 2013b).

Les deux documents peuvent être utilisés par les organismes environnementaux pour mener des évaluations.

Objectif 2

Les résultats de nos études, de même que les données extraites des rapports de surveillance de l'industrie, ont été examinés pour évaluer la pertinence de l'utilisation de *Beggiatoa* et de CPO comme indicateurs de changement de l'habitat benthique attribuable à des activités piscicoles. Les données ont été analysées pour déceler des tendances à l'échelle des sites en ce qui a trait à la distance par rapport aux cages (à titre d'approximation pour la diminution des dépôts) et évaluer la variabilité des stations situées dans la même direction. Les sites présentant différentes conditions et périodes d'échantillonnage (profondeur, substrat, production, etc.) ont été regroupés (groupe de référence : partie 1 ou 2) afin de déterminer les tendances dominantes, indépendamment des conditions du site en question, et de s'assurer que les indicateurs comme le *Beggiatoa* et le CPO ont réagi à la présence d'opérations aquacoles tout au long de l'année. Le premier ensemble de données analysées concerne les rapports sur les activités de surveillance menées au bord des cages; la présence de *Beggiatoa* et de CPO était notée alors sans évaluation de la couverture spatiale (présence/absence). Des changements aux protocoles de surveillance des habitats ont été apportés en juin 2011, pour passer de l'échantillonnage au bord des cages à l'échantillonnage au transect (trois transects autour de l'ensemble des cages). De plus, une quantification spatiale de la présence du CPO et de *Beggiatoa* a été menée en évaluant les pourcentages de couverture spatiale à l'aide du cadre de référence et du logiciel Image J. Les dénombrements et l'abondance de la faune et de la flore ont également été consignés pour mieux évaluer la richesse de l'épibios. Le deuxième ensemble de données analysées et faisant l'objet de discussions est recueilli conformément au protocole le plus récent.

Dans le cadre de l'utilisation de données tirées des rapports de surveillance, nos observations moyennes au niveau du site ont révélé que le *Beggiatoa* et le CPO n'étaient pas présents dans les sites de référence et que ces indicateurs visuels de l'incidence des opérations aquacoles sur le benthos étaient acceptables. Selon les analyses de l'arbre décisionnel, le *Beggiatoa* et le CPO réagissent le plus aux activités d'exploitation (référence, niveau de production, mise en jachère) et, dans une moindre mesure, à la profondeur de l'eau et au type de substrat. Le *Beggiatoa* et le CPO sont corrélés aux autres variables visuelles, comme la présence de floculant, le dégagement gazeux et le sulfure (Hamoutene et al. 2013). Cependant, nos résultats récents suggèrent que la couverture de *Beggiatoa* n'augmente pas de façon linéaire

en fonction des niveaux de sulfure (Hamoutene 2014). Les niveaux de *Beggiatoa* et de CPO diminuent à mesure que l'on s'éloigne des cages et présentent une répartition éparse. Malgré ce caractère épars, les différences moyennes entre la couverture spatiale des indicateurs (*Beggiatoa* et CPO) entre les stations situées dans la même direction étaient inférieures à 10 %. En exprimant les données sous forme de variables nominales (présence/absence), nous avons noté les mêmes tendances. La présence ou l'absence d'indicateurs pourrait être utilisée comme élément déclencheur potentiel pour aviser de l'enrichissement organique du aux sites de pisciculture et ce en considérant la variabilité observée dans les valeurs de couverture spatiale. Des résultats récents suggèrent l'existence d'une limite supérieure pour ce qui est des concentrations de sulfure dans des conditions qui ne sont plus favorables à la prolifération de la bactérie *Beggiatoa*. Les données sur la couverture de *Beggiatoa* doivent être considérées à la lumière d'autres preuves recueillies par l'imagerie vidéo, comme la richesse et la diversité benthique, de même que la présence d'autres indicateurs (polychètes, floculant, dégagement gazeux, etc.) (Hamoutene 2014).

Selon nos résultats, des conditions hypoxiques du milieu benthique (d'après les mesures de sulfure et de redox) pourraient être présentes dans certains sites avant les activités aquacoles. Les sédiments dans les eaux côtières de Terre-Neuve-et-Labrador sont souvent riches en matières organiques et sont froids suivant la saison (température inférieure à 0 °C) ou en permanence (entre 1,8 °C et 5 °C) influençant les taux de réduction du sulfure. De plus, les bassins intérieurs de certaines baies et de certains fjords protégés des vagues peuvent présenter naturellement une hypoxie saisonnière qui aura des incidences sur les processus d'échange de l'eau et des sédiments (Anderson et al. 2005).

Dans le cadre de notre évaluation, nous avons souligné les limites suivantes quant à la collecte de données de l'évaluation de *Beggiatoa* et de CPO :

1. Le *Beggiatoa* (tapis blanc) couvrira toutes les surfaces, nous empêchant de bien identifier les substrats recouverts et, dans certains cas, d'observer des CPO se trouvant plus en profondeur dans le sédiment ou le floculant. Par conséquent, la présence de CPO est sous-estimée.
2. Nous n'avons pas réussi à tenir compte de l'épaisseur des tapis de bactéries dans les données vidéo.
3. Il s'est avéré ardu de distinguer les zones où l'effet des activités aquacoles est faible de celles où l'effet est moyen ou intermédiaire. Les données quantitatives des enregistrements vidéo peuvent détecter un enrichissement organique important, mais elles ne sont pas assez détaillées pour détecter des niveaux de perturbation inférieurs (Crawford et al. 2001).

Objectif 3

Les particules organiques produites au cours d'opérations aquacoles sont transportées et dispersées et elles se dégradent possiblement lorsqu'elles coulent vers le fond marin. L'incidence sur les écosystèmes benthiques dépend de l'intensité et importance des dépôts et de la capacité des écosystèmes à assimiler le flux supplémentaire de matières organiques. Cet objectif tient compte de l'évaluation de l'applicabilité du modèle de dépôt des déchets produits par l'aquaculture (DEPOMOD), pour pouvoir prédire la tendance et la quantité des dépôts de particules provenant des sites de cages d'élevage de poissons en milieu marin sur la côte sud de Terre-Neuve-et-Labrador. Pour évaluer la surface de dépôt en dessous et près des exploitations aquacoles, les courants à différentes profondeurs ont été enregistrés pour les emplacements près des exploitations aquacoles. Les séries chronologiques des vitesses de courant, la bathymétrie de la zone et les données de l'alimentation distribuée aux poissons ont

été considérées pour exécuter le modèle DEPOMOD. Les dépôts de carbone observés sur le fond marin ont fait l'objet d'estimations à l'aide de données provenant des pièges à sédiments installés autour des sites (environ 2 m au-dessus du fond marin).

Les analyses de sensibilité pour les paramètres du modèle et les données de DEPOMOD ne se comparaient pas aux résultats obtenus en utilisant les paramètres habituels du modèle lors d'analyses récentes dans d'autres régions. Ces constatations portent à croire que d'autres analyses sur un plus grand nombre de sites sont nécessaires pour utiliser le modèle dans les conditions de Terre-Neuve-et-Labrador et établir l'applicabilité générale de la prédiction des dépôts de carbone. Les facteurs associés au type de piège à sédiments, à la durée de l'immersion, à la profondeur de l'eau et au type de solution tamponnée utilisée pour la préservation doivent être examinés plus en détail pour effectuer les évaluations futures de DEPOMOD.

Objectif 4

Comme il a été indiqué précédemment, aucun relevé complet n'a été mené pour les communautés benthiques autour des sites de pisciculture de Terre-Neuve-et-Labrador et peu de données sont disponibles au sujet de l'effet des dépôts sur les assemblages principaux. L'approche actuelle n'est pas spécifique à des sites particuliers et elle a été sélectionnée pour établir les relations de cause à effet entre les caractéristiques de la communauté benthique principales et les activités aquacoles en consignnant les changements à l'échelle de sites différents. Les sites aquacoles dont la durée de production est semblable avaient un niveau de production différent et sont exploités par des entreprises différentes (densités de poissons et stratégies d'alimentation différentes), excluant ainsi la possibilité d'associer un niveau de production à un changement benthique précis.

Les sites examinés dans le cadre de cette étude couvraient un grand éventail de profondeurs de bassins, de parois rocheuses abruptes et de grandes zones peu abruptes. Bien que la présence des sédiments fins et moyens fût parfois dominante, la plupart des sites étaient dotés d'un substrat rocheux. Les assemblages benthiques déterminés à l'échelle des sites ont révélé une répartition éparse et certains liens entre la profondeur, le type de substrat et la proximité des cages de poissons. Dans le cadre de l'échantillonnage vidéo utilisé (c'est-à-dire la documentation de l'épifaune seulement), certains sites à Terre-Neuve-et-Labrador comptent des environnements très pauvres sans faune ou flore ou présentant une abondance très faible. Les communautés benthiques ont présenté des signes de changement découlant des dépôts des déchets de l'aquaculture en affichant une diminution de l'abondance et de la diversité. L'étude n'a pas permis de caractériser une zone intermédiaire présentant des changements benthiques faibles ou moyens à l'aide des données vidéo.

La présence de *Beggiatoa* dans les sites aquacoles a été observée dans les zones comprenant le CPO et le floculant. Par contre, le CPO pourrait être absent (ou non visible) dans les sites exploités, ce qui suggère le rôle d'autres facteurs (saison, profondeur, etc.) nécessitant une étude plus exhaustive. Comme il a été indiqué précédemment, les données soulignent également le caractère épars des indicateurs (*Beggiatoa* et CPO), soit un fait qui doit être considéré dans le cadre de l'élaboration des régimes de réglementation. La présence d'indicateurs a été signalée à des distances moyennes d'environ 70 m du bord des cages, d'où la nécessité d'étendre les transects d'échantillonnage à au moins 120 m (50 m selon le protocole de réglementation actuel) avec des stations séparées par une distance de 20 m à 30 m pour mieux définir la portée spatiale des dépôts.

Le *Beggiatoa* et le CPO sont présents dans certaines stations situées dans les sites de mise en jachère, tandis que d'autres stations n'avaient aucun indicateur, aucune faune ni aucune flore.

La portée spatiale des indicateurs révèle une réduction des empreintes de la zone en dessous des cages après la mise en jachère. Néanmoins, en considérant l'ensemble des données de différents sites et les écarts dans la durée des périodes de mise en jachère, d'autres recherches sont nécessaires pour tirer des conclusions sur la contribution de la période de mise en jachère à l'assimilation des dépôts.

Comme il a été indiqué précédemment, nos résultats soulignent le fait que les données sur la couverture spatiale des indicateurs ou la présence ou l'absence d'indicateurs doivent toujours être considérées avec les autres informations recueillies par imagerie vidéo, comme la richesse et la diversité benthique. Par exemple, les stations sans *Beggiatoa* ni aucune forme d'épifaune observée peuvent suggérer un niveau élevé d'enrichissement, même si l'absence de *Beggiatoa* aux sites de référence sous-entend qu'il n'y a aucun impact de l'activité aquacole.

Sources d'incertitude

- Dans le cadre de l'établissement des protocoles d'échantillonnage pour évaluer l'abondance de la faune et de la flore dans les fonds marins à faible diversité et les fonds marins durs épars à différentes profondeurs, la conception de l'échantillonnage, le nombre de stations par transect ou par grille, la réplication de l'échantillonnage et la distance de la caméra au fond marin (blocs) doivent faire l'objet d'un examen plus exhaustif.
- L'incertitude règne pour ce qui est de la mise en place de pièges à sédiments sur les fonds marins inclinés dans les zones côtières pour le modèle DEPOMOD. Le type de piège, la hauteur et la durée de l'immersion, ainsi que la préservation de l'échantillon ont une incidence sur la collecte d'échantillons.
- Les connaissances sur le caractère biologique du CPO comportent des lacunes, en particulier pour ce qui est de la compréhension de l'incidence saisonnière, du rôle des processus d'assainissement et du cycle de vie naturel.
- Il existe de l'incertitude quant à la présence et au caractère biologique de différentes espèces de bactéries *Beggiatoa*.
- Les observations de *Beggiatoa*, de CPO et d'autres types de faune ou de flore qui sont plus éloignés du bord des cages (effets à distance) nécessitent des recherches plus approfondies.
- Des recherches sont nécessaires pour quantifier le pourcentage de couverture de *Beggiatoa* et de CPO en rapport avec le flux de dépôt et la profondeur de l'eau pour établir un nouveau seuil d'incidence aux fins réglementaires (selon les objectifs établis par les organismes de réglementation).
- D'autres recherches sont nécessaires sur l'utilisation des périodes de mise en jachère comme outil de gestion en raison de la nature appauvrie des environnements benthiques et de la présence persistante d'indicateurs dans d'autres environnements (bord des cages principalement).

CONCLUSION ET AVIS

L'utilisation d'une caméra vidéo aux fins de surveillance est recommandée dans les conditions propres à la région de Terre-Neuve-et-Labrador, étant donné que les sites aquacoles se situent souvent en eau profonde, empêchant ainsi le recours à des plongeurs, et que les systèmes d'amarrage des cages d'aquaculture rendent difficile l'utilisation de véhicules téléguidés autour des cages. Les procédures sont établies et décrites dans le guide utilisé à l'heure actuelle. Nos

résultats révèlent qu'un éclairage supérieur et un ajustement de l'angle de la caméra permettent d'obtenir une image de qualité supérieure. La zone examinée par chaque caméra a été uniformisée à l'aide de quadrants pour fournir un outil assurant la conformité spatiale des données recueillies. Les quadrants peuvent également fournir une échelle pour déterminer la taille des organismes et la couverture spatiale des espèces persistantes. Un autre élément que cette étude a permis de mettre en évidence est l'utilisation du logiciel Image J pour délimiter la couverture spatiales d'espèces telles les algues coralliennes et la présence d'indicateurs (*Beggiatoa* et CPO). Nos résultats démontrent que la variabilité des observateurs est peu importante. Par conséquent, nous recommandons de fournir un mode d'emploi détaillé et une formation pertinente aux observateurs pour réduire la marge d'erreur.

Les sites examinés dans le cadre de cette étude (côte sud de Terre-Neuve-et-Labrador) couvraient un grand éventail de profondeurs de bassins, de parois rocheuses abruptes et de grandes zones peu abruptes pour obtenir de nombreux types de substrats. Même si les sédiments fins et moyens étaient parfois dominants, un substrat rocheux était présent dans la plupart des sites. L'environnement de certains sites est dépourvu de faune ou de flore, ou l'abondance de celles-ci y est très faible dans la séquence d'échantillonnage actuelle (épifaune). De plus, nos résultats suggèrent que des conditions hypoxiques (selon les mesures de sulfure et de redox) peuvent exister à certains sites avant les activités d'aquaculture. Les communautés benthiques ont présenté des signes de changement découlant des dépôts des déchets de l'aquaculture par une diminution de l'abondance et de la diversité. Selon nos analyses de l'arbre décisionnel, le statut du site de pisciculture (référence, production, mise en jachère) avait l'incidence la plus prononcée sur la présence de *Beggiatoa* et du CPO. Le *Beggiatoa* et le CPO réagissaient également à la profondeur et au type de substrat à un niveau hiérarchique faible de l'arbre décisionnel. Donc, le *Beggiatoa* et le CPO constituent des indicateurs acceptables de l'incidence des exploitations aquacoles sur le benthos. Leur présence ou leur absence correspondent bien aux autres variables évaluées, comme la présence de floculant, le dégagement gazeux et le sulfure. Cependant, les résultats laissent entendre que la couverture de *Beggiatoa* n'augmente pas de façon linéaire en fonction du niveau de sulfure. On a découvert que la présence de *Beggiatoa* et de CPO diminuait à mesure que l'on s'éloignait des cages (indicateur utilisé pour la diminution des dépôts) et que la répartition était éparse. La présence d'indicateurs a été signalée à des distances moyennes d'environ 70 m des cages, ce qui nécessite d'étendre les transects d'échantillonnage à au moins 120 m (50 m selon le protocole de réglementation) avec des stations séparées par une distance de 20 m à 30 m pour mieux définir les zones de dépôt.

Les organismes de réglementation exigent davantage de recherches sur les périodes de mise en jachère dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador à titre d'outil de gestion en raison de la nature appauvrie de certains environnements benthiques et de la présence persistante d'indicateurs dans d'autres. Les organismes de réglementation devront établir des objectifs mesurables pour guider la recherche quant à l'utilisation des périodes de mise en jachère afin d'atteindre ces objectifs.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

- Valider le modèle DEPOMOD comme outil de prévision des dépôts dans les conditions de Terre-Neuve-et-Labrador et déterminer la relation entre le flux de dépôt et les modifications à la faune et à la flore benthiques. Les facteurs associés au type de piège à sédiments, à la durée de l'immersion, la profondeur de l'eau et au type de préservation doivent être examinés plus en détail pour effectuer les évaluations futures de DEPOMOD.

- En raison des changements récents apportés à la *Loi sur les pêches*, la mise en place de seuils régionaux ainsi que la clarification du rôle de la période de mise en jachère doivent faire l'objet d'une discussion exhaustive et ce lorsque les organismes de réglementation auront établi des objectifs mesurables à atteindre.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion de l'examen régional par les pairs tenue les 22 et 23 mai 2013 à St John's, à Terre-Neuve-et-Labrador : Les incidences potentielles de la pisciculture sur les substrats de fond marin dur et l'élaboration d'un protocole de surveillance normalisé. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

Anderson, M.R., Tlusty, M.F., and Pepper, V.A. 2005. Organic enrichment at cold water aquaculture sites: The case of coastal Newfoundland. *In* The handbook of environmental chemistry: environmental effects of marine finfish aquaculture. Edited by B. Hargrave. Springer, New-York. pp. 99-103.

Bungay, T.R. 2013. Assessment of the influence of finfish aquaculture on hard bottom habitats in a boreal sub-arctic marine environment. Thesis (M.Sc.) Memorial University of Newfoundland, St. John's, Newfoundland, Canada.

Chamberlain, J., Stucchi, D., Lu, L., and Levings, C. 2005. [The Suitability of DEPOMOD for Use in the Management of Finfish Aquaculture Sites, with Particular Reference to Pacific Region](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2005/035. ii + 52 p.

Crawford, C.M., Mitchell, I.M., and Macleod, C.K.A. 2001. Video assessment of environmental impacts of salmon farms. *ICES J. Mar. Sci.* 58: 445-452.

Cromey, C.J., Nickell, T.D., and Black, K.D. 2002. DEPOMOD—modelling the deposition and biological effects of waste solids from marine cage farms. *Aquaculture* 214: 211-239.

Environmental Protection Division. 2002. Protocols for Marine Environmental Monitoring. Ministry of Water, Land and Air Protection, Government of British Columbia, Canada. 29 p.

MPO. 2013a. [Standard operating procedures \(SOP\) for underwater video camera system](#).

MPO. 2013b. [A photographic guide to benthic species of hard bottom communities in Southwest Newfoundland](#).

Emmett, B., Thuringer, P., and Cook, S. 2008. Evaluation of hard substrate seabed monitoring techniques: development of compliance parameters from video survey data. Phase 3 report. Prepared for BC aquaculture research and development committee, BC Innovation Council. 27 p.

Hamoutene, D., Mabrouk, G., Sheppard, L., MacSween, C., Coughlan, E., and Grant, C. 2013. Validating the use of *Beggiatoa* sp. and opportunistic polychaete worm complex (OPC) as indicators of benthic habitat condition at finfish aquaculture sites in Newfoundland. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3028: v + 19 p.

Hamoutene, D. 2014. Sediment sulphides and redox potential associated with spatial coverage of *Beggiatoa* spp. at finfish aquaculture sites in Newfoundland, Canada. *ICES J. Mar. Sci.* doi: 10.1093/icesjms/fst223

Wilson, A., Magill, S., and Black, K.D. 2009. Review of environmental impact assessment and monitoring in salmon aquaculture. *In* FAO Environmental impact assessment and monitoring in aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 527, FAO, Rome. pp. 455-535.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques
Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Pêches et Océans Canada
C.P. 5667
St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador) A1C 5X1
Téléphone : 709-772-3332
Courriel : DFONLCentreforScienceAdvice@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs

ISSN 1919-5117

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2014



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2014. Les incidences potentielles de la pisciculture sur les substrats de fond marin dur et l'élaboration d'un protocole de surveillance normalisé. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/017.

Also available in English:

DFO. 2014. Potential impacts of finfish aquaculture on hard bottom substrates and development of a standardized monitoring protocol. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2014/017.