



LES SÉQUENCES D'EFFETS LIÉES À L'AQUACULTURE DES POISSONS, DES MOLLUSQUES ET DES CRUSTACÉS

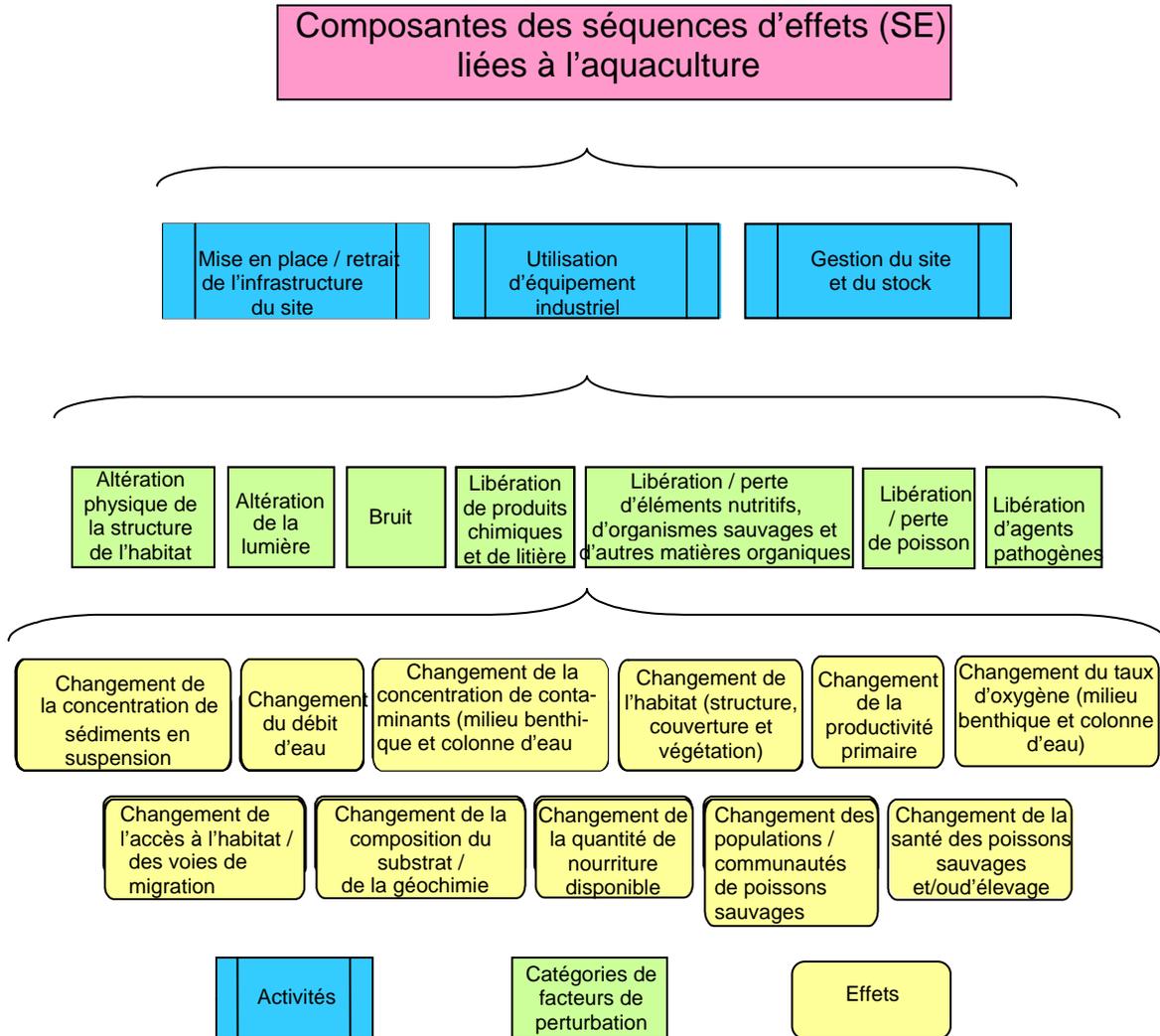


Figure 1 : Composantes des séquences d'effets liées à l'aquaculture : activités, catégories de facteurs de perturbation et effets.

Contexte

Un groupe de travail fédéral, provincial et territorial (FPT) (appuyé par le Conseil canadien des ministres des pêches et de l'aquaculture et le Groupe de travail sur l'aquaculture) s'affaire actuellement à mettre au point le Cadre de gestion environnementale de l'aquaculture (CGEA) qui servira de fondement à la mise en œuvre d'une approche nationale uniforme de réglementation pour le secteur de l'aquaculture (cultures en suspension et sur le fond de poissons, de mollusques et de crustacés en eau douce et en milieu marin) au Canada. Ce même cadre devrait aussi fournir une assise pour démontrer comment la réglementation canadienne répond aux nouvelles attentes en matière de certification de la durabilité fixées par le marché et liées à l'aquaculture.

L'approche utilisée dans le cadre du CGEA pour évaluer les effets environnementaux de l'aquaculture et prendre les mesures qui s'imposent est celle des séquences d'effets (SE). Quatre composantes d'écosystèmes aquatiques sont prises en compte : l'habitat des poissons, la qualité de l'eau, la santé des poissons, et les communautés et les populations de poissons.

Le groupe de travail FPT tient à ce que les séquences d'effets qu'il a établies fassent l'objet d'un examen scientifique par les pairs afin de s'assurer que ces dernières sont le reflet des connaissances scientifiques actuelles. Les diagrammes préliminaires de SE et les descriptions des risques dont ils s'accompagnent ont été élaborés dans le but de fournir un aperçu des liens possibles entre les activités aquacoles, d'une part, et les facteurs de perturbation environnementaux et leurs effets, d'autre part. Ils sont fondés sur les connaissances professionnelles et techniques de spécialistes des gouvernements fédéral et provinciaux et d'ailleurs. Les diagrammes de SE et les descriptions ont été transmis à la communauté scientifique aux fins du processus d'examen et sont structurés de manière à cerner les risques aquacoles liés aux quatre composantes d'écosystèmes pertinentes du point de vue des organismes gouvernementaux de réglementation.

Le groupe de travail FPT a déterminé que le processus utilisé par le Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) du MPO était la meilleure approche qui soit pour effectuer l'examen par les pairs de ses SE et déterminer les secteurs marqués par l'incertitude ou les lacunes sur le plan des connaissances. L'examen scientifique est axé sur les liens entre les facteurs de perturbation et les effets établis par le groupe de travail FPT. Il éclairera l'élaboration du CGEA et aidera les organismes de réglementation à s'acquitter de leurs responsabilités. Il convient de mentionner, cependant, que si les résultats de cet examen peuvent être généralisés à toutes les formes d'aquaculture de poissons en cages en filet, pratiquée tant en eau douce qu'en milieu marin; il n'en va pas de même pour l'aquaculture de mollusques et crustacés. Cet examen ne couvrirait pas tous les types d'aquaculture puisqu'il portait exclusivement sur les bivalves marins, qui représentent l'essentiel de l'industrie aquacole canadienne actuelle. D'autres processus du SCCS devraient également être mis en œuvre à l'appui des différentes composantes du CGEA, y compris les indicateurs, le niveau de risque (probabilité) et les mesures d'atténuation des risques liées à ces SE. Il importe de souligner que cet exercice du SCCS ne tient aucun compte des mesures d'atténuation et des possibilités d'atténuer ou d'éliminer les facteurs de perturbation ou leurs effets. Les mesures d'atténuation, leurs effets directs et leurs effets secondaires éventuels seront examinés ultérieurement.

SOMMAIRE

1. Des liens entre les activités (facteurs de perturbation) et les effets des facteurs de perturbation ont été proposés pour chacune des sept catégories de facteurs de perturbation examinées, soit les produits chimiques, les évasions d'élevage, la lumière, le bruit, les éléments nutritifs, les agents pathogènes et la structure. Il a été déterminé que les liens définis dans les séquences d'effets (SE) préliminaires fournies aux fins de l'examen constituaient des représentations relativement simplistes de la réalité, car, malgré leur exhaustivité, ces liens ne sont que partiellement représentatifs de la complexité des relations et des rétroactions susceptibles de survenir. On fait remarquer que des effets cumulatifs ou en cascade se produisent entre les séquences et varient dans l'espace et dans le temps, ainsi qu'en fonction du niveau d'activité. Il est essentiel de connaître cette grande complexité pour bien comprendre les liens. En outre, on a également indiqué que les SE fournies ne sont pas complètement représentatives des fonctions écologiques synergétiques à grande échelle. Elles n'en sont cependant pas moins importantes du point de vue de la science. Les documents scientifiques à l'appui comprennent des graphiques, qui viennent compléter les diagrammes des SE.

2. Des produits chimiques s'introduisent dans le milieu aquatique dans le cadre des pratiques normales d'aquaculture. Ils sont libérés directement dans la colonne d'eau (pesticides, agents antisalissures et désinfectants), ou se retrouvent dans les fèces ou les constituants d'aliments médicamenteux (médicaments). Des dangers ont été associés à la plupart de ces composés, mais les données de terrain sur l'exposition et les effets sont limitées. Bien que des données soient recueillies lors des cycles d'utilisation de produits thérapeutiques, l'accès à ces données est limité, ce qui entrave considérablement la caractérisation des séquences et des effets.
3. Des menaces éventuelles pour les populations sauvages ont été associées aux évasions d'élevage, mais les probabilités et l'ampleur de ces menaces sont encore mal connues. Des études ciblées et approfondies devront être menées au sein de systèmes écologiques bien définis où l'on sait que des évasions et des interactions se produisent.
4. Des données suggèrent que l'éclairage utilisé aux fins des activités d'aquaculture n'aurait qu'un effet local.
5. Exception faite des dispositifs de dissuasion acoustiques, les effets du bruit lié à l'aquaculture sont généralement localisés et de courte durée, et trop peu importants pour causer préjudice.
6. De manière générale, les données scientifiques indiquent que l'aquaculture de bivalves et de poissons peut avoir une incidence sur l'apport d'éléments nutritifs dans les milieux pélagiques et benthiques. L'expérience ainsi que des données de modélisation ont démontré que des dépôts accrus de matière organique provenant d'organismes sauvages et de culture salissants pouvaient éventuellement altérer l'habitat benthique. Les liens entre la filtration par les bivalves et la perte d'éléments nutritifs sont bien connus. Certains des effets de la libération d'éléments nutritifs issus de l'aquaculture dans la colonne d'eau sont, par contre, moins bien connus.
7. Pour déterminer la mesure dans laquelle les agents pathogènes provenant des sites d'aquaculture constituent des facteurs de perturbation, il faudra recueillir des données sur les maladies et infections qui prévalent chez les populations aquatiques sauvages. Au Canada, comme dans bien d'autres pays, presque aucune surveillance des agents pathogènes au sein des populations animales sauvages n'est effectuée. En l'absence des données que permettrait de recueillir une telle surveillance, il est impossible de déterminer dans quelle mesure les agents pathogènes constituent des facteurs de perturbation. D'après des observations scientifiques, les agents pathogènes présents au sein des populations sauvages seraient à l'origine des infections initiales chez les animaux d'aquaculture. D'autres données indiquent que les animaux d'aquaculture libèrent des agents pathogènes dans leur environnement. Les connaissances sur le transfert d'agents pathogènes d'animaux d'aquaculture (ou de produits issus d'animaux d'aquaculture) vers les populations sauvages demeurent néanmoins très limitées.
8. Tous les types d'activités aquacoles nécessitent la mise en place ou le retrait de structures matérielles importantes. Ces structures peuvent aussi bien être des composantes inorganiques (cordages, bouées, ancrages, etc.) que des composantes vivantes (poissons, bivalves). Divers assemblages biologiques peuvent coloniser ces structures et influencer sur l'écosystème, tant localement qu'à plus grande échelle.
9. Des quantités substantielles de données, recueillies dans un large éventail de milieux, indiquent que les principaux facteurs qui influent sur les séquences d'effets comprennent les

suyants : i) caractéristiques de la colonne d'eau (p. ex. intensité du courant, stratification, température, salinité, concentration d'oxygène dissous); ii) bathymétrie (p. ex. profondeur, topographie du fond); iii) pratiques d'exploitation (p. ex. espèces d'élevage, organismes sauvages/salissants, caractéristiques des aliments, densité d'empoissonnement); et iv) caractéristiques biologiques, chimiques et physiques du milieu récepteur.

10. Des lacunes considérables sur le plan des connaissances au sujet de certains liens entre les facteurs de perturbation clés et les effets font en sorte qu'il est difficile d'établir des diagrammes de séquences d'effets complets. Les recherches nécessaires pour pallier ces lacunes sont énumérées dans chacune des catégories de facteurs de perturbation présentées dans les pages qui suivent.

INTRODUCTION

Un groupe de travail fédéral, provincial et territorial (FTP) a élaboré des diagrammes préliminaires de séquences d'effets (SE), accompagnés de descriptions, afin de fournir un aperçu des liens possibles entre les activités aquacoles, d'une part, et les facteurs de perturbation environnementaux et leurs effets, d'autre part. Les diagrammes de SE sont structurés de manière à cerner les effets environnementaux liés aux quatre composantes d'écosystème considérées comme pertinentes du point de vue des organismes gouvernementaux de réglementation, soit l'habitat des poissons, la qualité de l'eau, la santé des poissons, et les communautés et les populations de poissons. Aux fins de l'examen de ces SE, le Ministère a créé un comité directeur regroupant des représentants du milieu universitaire, du gouvernement, de l'industrie, d'organisations non gouvernementales et des Premières nations.

Le Comité directeur a organisé cet atelier du SCCS dans le but d'étudier les documents scientifiques préparés par le groupe de travail FPT. La question suivante a servi de cadre de travail :

1a. Y a-t-il dans les publications scientifiques des données ou des observations qui corroborent ou mettent en doute l'existence des liens entre les facteurs de perturbation et les effets cernés dans les séquences d'effets préliminaires?

- Élaborer les données corroborant ou mettant en doute la présence de liens entre les facteurs de perturbation et les effets, et où de l'information ou des connaissances plus poussées permettraient une compréhension plus complète des liens entre les facteurs de perturbation et les effets.
- Qualifier la force des preuves qui corroborent ou mettent en question la présence des liens entre les facteurs de perturbation et les effets.

1b. Les diagrammes de séquences d'effets sont-ils exhaustifs? Sinon, préciser les liens manquant entre les facteurs de perturbation et les effets.

2a. Décrire l'état des connaissances concernant chacun des liens entre les facteurs de perturbation et les effets, y compris les suivants :

- Une description de chaque effet et des répercussions écologiques connexes (profil des effets).

- Les facteurs et les conditions qui influent sur l'expression d'un effet (y compris le profil de l'exposition et le profil du milieu récepteur).
- 2b.** Pour chacun des liens entre les facteurs de perturbation et les effets pour lesquels on a établi une preuve scientifique ci-dessus, décrire les répercussions biologiques documentées des effets sur la fonction globale de l'écosystème.
- 3a.** Déterminer les domaines particuliers d'incertitude et les lacunes sur le plan des connaissances concernant les liens entre les facteurs de perturbation et les effets.
- Quelles incertitudes ou lacunes sur le plan des connaissances nous entravent le plus en ce qui concerne les bénéfices d'une compréhension plus globale des profils d'effets et de la fonction globale de l'écosystème?

Les résultats d'évaluation présentés ci-dessous représentent un résumé des discussions qui ont eu lieu lors de l'examen des documents de recherche et des observations des participants à l'atelier.

ÉVALUATION, CONSEILS ET RECOMMANDATIONS

1. Produits chimiques

Séquence des effets

Des produits chimiques sont libérés dans le milieu aquatique dans le cadre de l'exploitation normale des sites aquacoles. Les apports de produits chimiques peuvent être intentionnels ou accidentels. Les apports intentionnels prennent généralement la forme de médicaments visant à traiter des infections bactériennes ou des infestations de parasites chez les poissons, ou encore à combattre l'encrassement biologique des moules. Des composés antisalissures sont également appliqués sur les filets et des désinfectants sont régulièrement utilisés pour accroître la biosécurité dans les sites aquacoles. Les apports accidentels comprennent la litière, le carburant et l'huile provenant des bateaux, ainsi que les constituants alimentaires.

État des connaissances sur les liens entre les facteurs de perturbation et les effets

Des antibiotiques et des antiparasitaires s'introduisent dans le milieu aquatique sous forme de constituants d'aliments aquacoles médicamenteux et peuvent éventuellement s'incorporer aux sédiments et, selon leur composition, y demeurer pendant de longues périodes. L'utilisation de ces composés est réglementée et des données sont recueillies sur les cycles d'utilisation de la plupart d'entre eux. Il est cependant difficile d'avoir accès à ces données.

Les agents antisalissures, les désinfectants et certains antiparasitaires sont libérés directement dans la colonne d'eau par lixiviation à partir de filets traités ou lors de traitements médicamenteux administrés sous forme de bain ou d'activités de désinfection. L'utilisation d'antiparasitaires et d'agents antisalissures est réglementée. L'utilisation de désinfectants, par contre, ne l'est pas. Des données sont recueillies sur l'utilisation de composés réglementés, mais il est difficile d'avoir accès à ces données.

On trouve des bactéries naturellement résistantes aux antibiotiques dans le milieu aquatique. Des études ont cependant démontré que la présence de telles bactéries était plus fréquente aux abords de sites d'élevage de poissons de mer en raison, vraisemblablement, de l'utilisation d'antibiotiques dans ces sites. Par contre, on ne dispose que de très peu de données sur l'utilisation d'antibiotiques dans les sites d'aquaculture d'eau douce, ainsi que sur la présence de résidus d'antibiotiques dans les milieux récepteurs et sur la corrélation entre l'incidence de bactéries résistantes aux antibiotiques et les activités aquacoles en eau douce.

On dispose de nombreuses données de laboratoire sur la menace que posent les produits chimiques thérapeutiques pour un grand nombre d'organismes aquatiques. Les effets mortels des traitements contre le pou du poisson sur certains organismes non visés (p. ex. les crustacés) sont bien connus, et des effets sublétaux ont été observés chez certaines espèces. Il existe peu de données sur les effets de ces produits sur la microflore et les microorganismes présents dans les sédiments. Le risque d'exposition et les effets sur le terrain sont mal connus. Des études sur le terrain ont été menées à certains endroits, mais les données et les conclusions ne sont pas constantes d'une étude à l'autre; certaines donnent à penser qu'il existe un risque élevé pour les espèces sensibles non visées, alors que d'autres suggèrent le contraire.

L'exposition aux produits thérapeutiques dans les sites aquacoles et les effets éventuels varient en fonction des pratiques d'application. Les traitements administrés sous forme de bain se traduisent par une libération directe de produits chimiques dans la colonne d'eau. Les composés chimiques ajoutés à la nourriture passent dans l'environnement par les aliments eux-mêmes et par les fèces. La persistance des produits thérapeutiques dépend de facteurs physiques et chimiques, qui sont généralement bien documentés. Il est possible de prévoir la biodisponibilité subséquente des composés persistants en fonction des caractéristiques de ces derniers, mais les données de terrain qui permettraient de confirmer ces prévisions sont quasi inexistantes.

Le cuivre est l'ingrédient actif des peintures antisalissures qui sont régulièrement appliquées sur les filets utilisés pour l'aquaculture des poissons. Le cuivre contenu dans la peinture dont sont enduits les filets est libéré par lixiviation, puis s'incorpore aux sédiments. Des concentrations supérieures aux Recommandations provisoires sur la qualité des sédiments formulées par le Conseil canadien des ministres de l'Environnement ont été relevées. Les effets mortels et sublétaux du cuivre sur certains organismes marins sont bien connus. Les effets du cuivre incorporé aux sédiments dans les sites aquacoles varient en fonction de la biodisponibilité et de l'exposition. Des facteurs tels que la condition oxique des sédiments, par exemple, ont une grande influence sur la biodisponibilité.

Lacunes sur le plan des connaissances

- En ce qui concerne les bactéries résistantes aux antibiotiques, l'ampleur des cas de résistance simple et de multirésistance dans le contexte de l'aquaculture marine et d'eau douce et leur incidence éventuelle sur la santé animale et humaine sont inconnues.
- Tous les composés potentiellement toxiques utilisés en aquaculture devront faire l'objet de tests de toxicité afin de déterminer les dangers qu'ils représentent sur le plan des effets sublétaux (p. ex. comportement, exuviation des crustacés, reproduction et croissance). Des recherches, tenant compte des modes d'action des

composés chimiques, doivent également être menées sur les résultats non traditionnels. Ces études doivent être réalisées dans des endroits où les concentrations sont pertinentes sur le plan de l'environnement et à l'intérieur de périodes d'exposition réalistes.

- Des recherches sont nécessaires pour améliorer la caractérisation de l'exposition – ampleur, durée, étendue spatiale et fréquence, tant dans l'eau que dans les sédiments.
- Des recherches doivent également être menées pour s'assurer que les dangers sont bien cernés, au moyen d'études reproduisant les conditions d'exposition telles que les méthodes d'application, la durée de l'exposition et la fréquence.
- Des recherches sur le terrain doivent être effectuées afin de mieux caractériser le risque pour l'environnement.
- Des recherches sont également nécessaires pour déterminer et caractériser les effets cumulatifs. Des incidences cumulatives peuvent être observées à la suite de l'utilisation répétée d'un même composé (ou d'une même classe de composés), d'une exposition coïncidente ou séquentielle à un certain nombre de produits chimiques ou d'une exposition à des produits chimiques dans un milieu où les conditions (telles que le taux d'oxygène dissous ou la température) fluctuent.

2. Évasions

Séquence des effets

Des données indiquent que les poissons, mollusques et crustacés d'élevage évadés peuvent interagir avec les populations sauvages et d'autres composantes d'écosystème de différentes façons (p. ex. concurrence directe, reproduction). Lorsque les évadés appartiennent à une espèce qui, à ce jour, a fait l'objet d'études approfondies – c'est le cas de saumon de l'Atlantique en territoire indigène –, il est possible, dans certains cas, de prévoir les effets d'une évasion sur les écosystèmes (p. ex. niveaux des espèces proies, effets sur la constitution génétique et le phénotype d'une population ou d'une espèce, viabilité d'une population ou d'une espèce). De nombreux facteurs influent sur la possibilité et l'ampleur des effets, notamment la santé des composantes d'écosystème touchées, les espèces évadées, le nombre d'évadés et les étapes du cycle de vie. Les effets peuvent aussi bien être négligeables ou très faibles et de courte durée (p. ex. consommation d'un petit nombre de proies) que très étendus et prolongés (perturbation transmise de génération en génération de la structure d'une population et viabilité des populations). Dans le cas des organismes ayant fait l'objet d'un moins grand nombre d'études, tels que les poissons de mer et les autres salmonidés, les effets éventuels d'une évasion sont mal connus en raison d'un manque de données empiriques et du caractère incertain des prédictions dérivées des données existantes concernant d'autres espèces et écosystèmes. En ce qui concerne les mollusques et crustacés, des données provenant de l'extérieur du Canada donnent à penser que les évasions de bivalves d'élevage peuvent causer des perturbations écologiques dans les écosystèmes où elles ne sont pas des espèces indigènes.

État des connaissances sur les liens entre les facteurs de perturbation et les effets

Les effets sont généralement fortement liés au contexte et peuvent varier en fonction de la géographie (p. ex. milieu récepteur, proximité d'activités aquacoles), des espèces, du phénotype et de la génétique des souches (p. ex. degré de domestication ou de divergence par rapport aux populations sauvages du milieu récepteur), du climat, de l'étape de vie des évadés et de leur interaction avec le poisson sauvage, ainsi que de la santé de l'écosystème récepteur. Selon certaines données de laboratoire, de terrain et de modélisation, les évasions de saumon de l'Atlantique en territoire indigène pourraient avoir une incidence sur les populations congénères, notamment en suscitant une concurrence au stade juvénile en eau douce et des interactions reproductives avec de petites populations, susceptibles de modifier la structure génétique adaptative de ces dernières. Pour les évadés d'autres espèces, l'incertitude quant aux séquences des effets est encore plus marquée.

Aucune conséquence écologique d'envergure n'a été observée à la suite de l'introduction volontaire de bivalves non indigènes au Canada. Des données provenant de l'extérieur du Canada indiquent cependant que l'établissement, en dehors du site aquacole, de bivalves non indigènes évadés peut, dans certains cas, se traduire par des altérations à distance de l'habitat du poisson et de la qualité de l'eau et des interactions trophiques avec les espèces indigènes occupant des habitats similaires. Ces effets peuvent être minimes là où des animaux sauvages indigènes locaux sont capturés à des fins d'élevage.

Aucun paramètre quantifiable (p. ex. taille de la population, répartition et génétique des espèces et biodiversité de l'écosystème) n'a encore été spécifié en vue de permettre la détermination des dangers et préjudices ou des bienfaits liés aux effets des organismes d'élevage évadés.

Lacunes sur le plan des connaissances

- Des recherches doivent être menées dans divers écosystèmes canadiens sur les effets des évasions d'espèces d'élevage variées, telles que les bivalves, les poissons de mer et les salmonidés autres que le saumon de l'Atlantique. Ces études permettront d'examiner les interactions avec les espèces congénères, les autres espèces et les composantes d'écosystème en vue de déterminer si des généralisations peuvent être faites entre espèces et écosystèmes.
- D'autres études ciblées et approfondies doivent être menées au sein d'écosystèmes bien définis où l'on sait que des évasions et des interactions ont lieu. Ces études doivent être réalisées à une échelle spatio-temporelle suffisante pour abaisser de manière considérable le niveau d'incertitude et produire des résultats clairs pouvant être utilisés aux fins de décisions de gestion. Un suivi devra également être effectué relativement aux expériences naturelles menées dans le cadre des SE existantes, telles que la découverte de truites arc-en-ciel férales en milieu sauvage à Terre-Neuve-et-Labrador, et de saumon de l'Atlantique et d'huîtres creuses du Pacifique en Colombie-Britannique.
- Des recherches sont nécessaires pour déterminer les variables critiques qui influent sur la fiabilité des extrapolations des conditions de laboratoire aux conditions de terrain et des conditions de terrain à d'autres conditions de terrain. Ces études

permettraient de déterminer le niveau d'incertitude et de l'incorporer au processus des SE.

- Des recherches doivent également être menées pour accroître nos connaissances sur la vulnérabilité et la résilience des écosystèmes exposés à des espèces d'élevage évadées.
- Des recherches sont nécessaires pour améliorer notre compréhension de l'effet relatif des évasions de populations locales par rapport aux évasions de populations non locales et du degré de sélection à partir du type sauvage (domestication) sur les effets des évasions.

3. Lumière

Séquence des effets

Actuellement, l'éclairage artificiel des cages en filet dans lesquelles sont gardés les poissons de mer est une pratique généralisée, en soirée, pendant la période qui s'étend de la fin l'automne au début du printemps. Cette pratique vise à améliorer la productivité des poissons en retardant leur maturation. L'éclairage nécessaire pour les cages en filet utilisées pour le saumon de l'Atlantique est nettement moindre que celui utilisé pour l'élevage de la morue.

État des connaissances sur les liens entre les facteurs de perturbation et les effets

Une intensité lumineuse supérieure à la luminosité ambiante peut être observée à la périphérie des cages, bien que cette intensité varie en fonction du nombre et de l'emplacement des dispositifs d'éclairage, de leur puissance et de leur spectre lumineux, ainsi que de la clarté de l'eau et de l'encrassement biologique des filets. Des études ont démontré que la lumière à l'intérieur du spectre lumineux visible projeté sur les cages ne pénètre pas plus que quelques mètres sous les cages. Bien qu'il y ait lieu de penser que les organismes marins évitent la lumière ou sont attirés par cette dernière, il n'existe que très peu d'information sur l'attraction ou l'aversion que suscite sur les biotes marins la lumière qui émane des cages en filet la nuit.

Lacunes sur le plan des connaissances

- Des mesures de l'intensité lumineuse projetée au-delà des cages en filet devront être prises dans divers sites aquacoles utilisant différents systèmes d'éclairage et où l'eau présente différents niveaux de clarté afin d'évaluer le déclin de la lumière.
- On doit effectuer des relevés biologiques de la présence et de l'abondance de diverses espèces pélagiques et benthiques (producteurs primaires et secondaires) autour de cages en filet éclairées et de cages non éclairées dans différentes régions aquacoles, pendant différentes saisons et à différents moments du jour et de la nuit. On doit également déterminer le seuil d'intensité lumineuse/du spectre lumineux ou la distance sur laquelle un effet à proximité sur un biote important est observé.
- Des recherches en laboratoire et sur le terrain doivent être menées afin de constituer une base de connaissances sur les seuils de réponse comportementale

(attraction/aversion) des organismes aquatiques clés face à la lumière projetée dans des conditions nocturnes.

4. Bruit

Séquence des effets

L'aquaculture produit du bruit lors des activités quotidiennes sur place et par les dispositifs de dissuasion acoustiques contre les prédateurs. Ces derniers, qui incluent les dispositifs de harcèlement acoustique (DHA), les bombes anti-phoques et les cartouches détonantes, se propagent efficacement dans l'eau et peuvent être perceptibles pour les mammifères marins à de nombreux kilomètres de leur source. D'après les recherches effectuées sur d'autres mammifères, ces dispositifs de dissuasion acoustiques peuvent entraîner des dommages auditifs chez les mammifères marins à proximité immédiate.

État des connaissances sur les liens entre les facteurs de perturbation et les effets

Les observations sur le terrain indiquent que les phoques semblent s'accoutumer aux DHA. Des extrapolations à partir d'études sur d'autres mammifères indiquent que cette situation pourrait être attribuable à une déficience auditive, mais les mécanismes d'accoutumance n'ont pas été évalués chez les phoques. Par conséquent, ces dispositifs sont généralement inefficaces pour dissuader les prédateurs à long terme, bien qu'on ne connaisse pas ce qui les rend inefficaces.

Il n'existe aucune donnée empirique ni aucune documentation pour indiquer que les poissons ou les invertébrés sont touchés par les DHA, mais notre compréhension de l'audition et de l'utilisation du son chez ces taxons est moindre que pour les mammifères marins. Les cétacés tels que le marsouin commun et l'épaulard semblent être sensibles aux DHA et les études sur le terrain ont démontré qu'ils quittent des secteurs étendus lorsque des DHA sont utilisés.

D'après nos connaissances sur les sons produits par les types de navires, d'équipements et de machines utilisés en aquaculture pendant l'exploitation normale, ces sons peuvent avoir des effets à court terme localisés sur les animaux aquatiques (p. ex. l'évitement, le camouflage de la communication et les sons d'écholocation), mais ne semblent pas suffisants pour causer des blessures ou entraîner le déplacement permanent des animaux aquatiques.

Lacunes sur le plan des connaissances / priorités de recherche

- Des recherches supplémentaires doivent être effectuées sur la capacité auditive et les effets des sons sur les poissons, les invertébrés et les tortues de mer;
- Des recherches supplémentaires sont nécessaires sur les effets sur la santé à long terme de l'exposition aux bruits chez les mammifères marins et d'autres animaux aquatiques;
- On doit effectuer un relevé systématique des sources de bruits et de l'utilisation actuelle des dispositifs de dissuasion dans l'industrie de l'aquaculture.

5. Éléments nutritifs

Séquence des effets

Aux fins de cette séquence des effets, les éléments nutritifs comprennent tant les matières organiques particulières et dissoutes que les matières inorganiques particulières et dissoutes telles que l'azote et le phosphore (voir le glossaire des définitions). Les liens qui existent entre les facteurs de perturbation et les effets définis dans les descriptions de séquences des effets sont exhaustifs de façon simpliste mais rudimentaire et n'indiquent pas la complexité des relations et des rétroactions. Il est essentiel de connaître cette grande complexité pour bien comprendre les liens. On reconnaît que les effets synergétiques et cumulatifs sur différentes échelles sont importants, mais ne sont pas définis directement dans les catégories des effets de la séquence des effets de l'aquaculture.

Tableau 1. Disponibilité des données appuyant l'existence d'un lien entre les facteurs de perturbation et leurs effets. Veuillez prendre note que le tableau i) ne reconnaît pas le sens ni la gravité des liens entre les facteurs de perturbation et les effets; ii) n'est pas un produit autonome et on doit tenir compte du texte d'appui et des documents de recherche afin de mieux comprendre la complexité des diverses rétroactions potentielles.

Facteurs de perturbation							
Composantes d'écosystème	Rejet d'organismes salissants	Disparition de source alimentaire et désoxygénation (en raison d'une				Rejet de résidus de récolte et mortalité	Rejet de déchets d'excrétion et excédents de nourriture
		Disparition de source alimentaire		Désoxygénation			
		Mollusques et crustacés	Poissons	Mollusques et crustacés	Poissons		
Santé du poisson							
Santé du poisson sauvage/d'élevage							Données examinées par les pairs considérables
Habitat du poisson							
Structure, couverture et végétation de l'habitat							Données examinées par les pairs considérables
Composition du substrat	Données directes sur les bivalves examinées par les pairs; données limitées sur les poissons					Non appuyé par la documentation	Données examinées par les pairs considérables
Qualité de l'eau							
Disponibilité et approvisionnement alimentaire	Données examinées par les pairs limitées	Données examinées par les pairs considérables	Non appuyé par la documentation	Données examinées par les pairs limitées	Quelques données examinées par les pairs	Non appuyé par la documentation	Quelques données examinées par les pairs
Productivité primaire	Non appuyé par la documentation	Quelques données examinées par les pairs	Non appuyé par la documentation	Non appuyé par la documentation	Non appuyé par la documentation	Non appuyé par la documentation	Quelques données examinées par les pairs
Oxygène (colonne d'eau, benthos)	Données directes sur les bivalves examinées par les pairs; données limitées sur les poissons	Non appuyé par la documentation	Non appuyé par la documentation	Données limitées examinées par les pairs	Données examinées par les pairs considérables	Non appuyé par la documentation	Données examinées par les pairs considérables
Communautés de poissons							
Populations et communautés de poissons sauvages	Données examinées par les pairs limitées	Quelques données examinées par les pairs	Non appuyé par la documentation	Données examinées par les pairs limitées	Quelques données examinées par les pairs	Non appuyé par la documentation	Données examinées par les pairs considérables

Légende

Un système qualitatif simple de classement par ordre d'importance est utilisé dans ce tableau pour catégoriser en quatre éléments la disponibilité des données appuyant l'existence

Données examinées par les pairs considérables : Ce domaine a été étudié en détail.

Quelques données examinées par les pairs : Ce domaine a fait l'objet d'un certain nombre d'études.

Données examinées par les pairs limitées : Ce domaine a fait l'objet de peu d'attention.

Non appuyé par la documentation : Ce domaine n'a pas du tout fait l'objet d'études.

Les cellules vides indiquent qu'on n'a pas tenu compte de la séquence dans cette section.

État des connaissances sur les liens entre les facteurs de perturbation et les effets

Les activités de l'aquaculture de bivalves et des poissons peuvent modifier la dynamique des substances nutritives en raison du rejet de déchets provenant des processus d'alimentation et des mécanismes d'excrétion des organismes d'élevage et des organismes sauvages/salissants connexes. Dans le cas des activités de l'aquaculture de poissons en eau douce et de poissons de mer, le rejet de sous-produits résiduels et d'aliments non consommés entraîne un apport net de substances nutritives dans l'environnement.

Bivalves

Les principales séquences sont le retrait de seston (matières particulières en suspension) de la colonne d'eau et le rejet de matières organiques et d'éléments nutritifs dans la colonne d'eau et le benthos tant par les bivalves d'élevage que les organismes sauvages/salissants. Un nombre considérable de données prouvent que les élevages de bivalves pourraient modifier le milieu pélagique par la disparition du seston. Dans certaines situations, la filtration des bivalves peut changer la quantité et la composition du seston à l'échelle de la baie ou de l'anse. L'ampleur et l'étendue spatiale des effets dans la colonne d'eau dépendent en grande partie de la nature et de la biomasse totale des organismes d'élevage et sauvages/salissants ainsi que de la capacité d'autoépuration et la capacité de charge du plan d'eau. L'épuisement du seston peut être prédit à l'aide de calculs assez simples de la capacité de filtration de populations de bivalves et d'estimations de l'apport de phytoplancton. Des approches plus complexes de modélisation des écosystèmes peuvent fournir des estimations des effets de la filtration des bivalves sur le fonctionnement élargi d'un écosystème. Les principes généraux laissent entendre que dans certaines situations, les modifications dans la quantité et la composition du seston à l'échelle de la baie ou de l'anse pourraient avoir des effets sur les niveaux trophiques supérieurs.

Il existe des données considérables prouvant que l'augmentation de dépôt de matière organique des organismes d'élevage et sauvages/salissants peut modifier l'habitat benthique local et la structure de la communauté. L'ampleur et l'étendue spatiale des effets benthiques de l'élevage de bivalves dépendent en grande partie de la nature et de la biomasse totale par unité de surface et du flux du seston des organismes d'élevage et des organismes sauvages/salissants. La libération d'éléments nutritifs de l'excrétion et le recyclage biologique des matières organiques fécales déposées (tant au sein des structures aquacoles que dans le fond océanique) peuvent modifier les fonctions écologiques telles que les taux de recyclage, les relations trophiques et la productivité. La culture sur le fond peut généralement avoir moins d'effets que la culture en suspension en raison des limites plus grandes sur la biomasse par superficie et de l'accès à la colonne d'eau.

Poissons de mer et d'eau douce

Les catégories de séquences d'effets et de facteurs de perturbation et les liens entre ceux-ci (c.-à-d. entre les facteurs de perturbation et les effets) sont semblables dans les milieux marins et les environnements d'eau douce, bien que certains détails soient différents (p. ex. les éléments nutritifs limitatifs tels que le phosphore en eau douce et l'azote en mer, le cycle géochimique et l'hydrodynamique).

Il existe des données considérables prouvant que les éléments nutritifs sont libérés dans l'environnement par les excréments des poissons et les restes d'alimentation. Il existe de nombreuses données empiriques et de modélisation qui appuient le lien entre la libération de matières organiques sous forme de restes d'alimentation et de matières fécales des poissons et les modifications subséquentes de la composition physique, chimique et biologique et de la structure des habitats benthiques marins sédimentaires mous à proximité immédiate des cages en filet pour poissons. Il est prouvé que le dépôt d'organismes salissants apporte de la matière organique au benthos et crée une structure physique sur le fond des milieux marins à proximité des installations aquacoles.

Les effets et l'importance de la libération d'éléments nutritifs dans le milieu pélagique marin (par des séquences de dissolution, de suspension et à la surface de l'eau) ne sont pas bien connus. Les effets des éléments nutritifs libérés dans le milieu pélagique d'eau douce sont assez bien connus. Cependant, en ce qui concerne la pisciculture en eau douce, les processus physiques et biologiques dépendant des conditions environnementales locales et de la taille et du nombre de fermes piscicoles détermineront les niveaux actuels de l'augmentation de ces éléments nutritifs.

Lacunes sur le plan des connaissances

- Des recherches doivent être effectuées pour élaborer et améliorer les outils d'évaluation prévisionnelle et diagnostique sur l'élevage de bivalves et la pisciculture (tant en eau douce qu'en milieu marin). Elles devraient inclure les effets à distance et les conséquences écologiques, y compris les répercussions secondaires de la modification directe des domaines et des processus physiques, chimiques et biologiques.
- Des recherches doivent être effectuées sur les interactions entre les bivalves d'élevage et les fonctions écologiques à grande échelle telles que les taux de recyclage des éléments nutritifs, les relations trophiques et la productivité.
- Les effets à distance des apports d'éléments nutritifs dans le milieu pélagique ne sont pas bien connus dans le cas de l'élevage de bivalves et de la pisciculture. On doit mieux comprendre et quantifier les pertes et le sort des résidus d'aliments et des déchets d'excrétion par des voies de suspension, de dissolution et à la surface de l'eau (par exemple le rôle des micro-monocouches) dans les fermes piscicoles dans l'ensemble des contextes d'aquaculture au Canada afin d'établir leur applicabilité générale.
- On doit mieux caractériser les répercussions et les conséquences des rétroactions écologiques des éléments nutritifs et des matières organiques provenant de l'élevage de bivalves en milieu marin et de la pisciculture en eau douce dans les lacs canadiens.
- Les connaissances examinées par les pairs décrivant les modifications se produisant dans les milieux marins à fonds durs et tous les types de substrats dans les environnements d'eau douce en raison d'une augmentation du dépôt de déchets sont limitées. On doit élaborer des normes et des procédures de surveillance des effets sur ces milieux et environnements.

6. Agents pathogènes

Séquence des effets

Un nombre considérable de données indiquent que les agents pathogènes représentent d'importants obstacles dans la pisciculture et l'élevage des bivalves. Les agents pathogènes se trouvent naturellement dans les populations sauvages et peuvent être amplifiés, dilués ou modifiés dans les populations d'élevage. La plupart des études scientifiques portent sur le transfert des agents pathogènes des populations sauvages aux populations d'élevage et parmi les populations d'élevage. L'article sur la séquence des effets sert de base aux principes généraux sur le transfert des agents pathogènes et mentionne ensuite quatre agents pathogènes qui illustrent des modes biologiques ou de transfert particuliers chez les bivalves et les poissons à nageoires : l'anémie infectieuse du saumon, la maladie rénale bactérienne (*Renibacterium salmoninarum*), *Haplosporidium nelsoni* et *Aeromonas salmonicida* sous-espèce *salmonicida*. Les agents pathogènes tels que le pou du poisson et de nombreux autres, bien qu'ils ne fassent pas l'objet d'un exposé détaillé ici, sont bien décrits dans les ouvrages scientifiques et sont mentionnées dans le document au besoin. Un nombre limité de données prouve la transmission des agents pathogènes entre les populations d'élevage et les populations sauvages réceptives.

Il est à noter qu'un effet mesurable d'une infection peut être une maladie et que la maladie n'est pas synonyme d'infection, mais qu'elle nécessite également la présence de nombreux facteurs environnementaux ou propres à l'hôte. La maladie peut être mortelle ou sub létale, c.-à-d. grave mais non mortelle (p. ex. elle peut influencer sur la croissance et la reproduction).

Tableau 2. Exemples de facteurs influençant la transmission bidirectionnelle des agents pathogènes et l'évolution de la maladie chez les populations sauvages et d'élevage.

Hôte	Agent pathogène	Environnement
Espèce (stock, âge)	Souche (pouvoir pathogène, virulence, infectiosité)	Température
Immunité (acquise, naturelle)	Concentration, dose	Salinité
Facteur de perturbation (p. ex. pratiques d'élevage)	Biodisponibilité	Qualité de l'eau (turbidité, plancton, chimie)
Densité		Contamination (naturelle, anthropique)
Nutrition		Courants
État de santé (p. ex. co-infection)		Hôtes intermédiaires, porteurs

Pour évaluer la possibilité qu'un agent pathogène cause une infection dans une population, on doit comprendre l'importance des facteurs de modulation, tels que ceux énumérés dans le tableau 2, pour cet agent pathogène particulier, facteurs pouvant être plus ou moins importants pour déterminer la possibilité de transmission et de maladie dans une population. Par exemple, la survie des huîtres infectées par la maladie MSX dépend de la salinité et la capacité de survie de *R. salmoninarum* à l'extérieur d'un hôte (poisson) peut dépendre de la quantité de matières organiques dans l'eau et de la dureté de l'eau.

État des connaissances sur les liens entre les facteurs de perturbation et les effets

De nombreuses données montrent que certains agents pathogènes peuvent être propagés par les activités anthropiques (p. ex. les bateaux, les filets, les poissons ou leurs produits, les évadés) et les processus naturels (p. ex. les courants). On a une bonne base de connaissances sur les facteurs qui influent généralement sur la transmissibilité, la viabilité et la virulence de plusieurs agents pathogènes présents chez les salmonidés et les bivalves d'élevage.

Lacunes sur le plan des connaissances

- Les facteurs influant sur la transmission bidirectionnelle des agents pathogènes et l'évolution de la maladie ne sont pas aussi bien connus pour tous les agents pathogènes, particulièrement dans le cas des agents pathogènes des bivalves.
- Certains agents pathogènes sont difficiles à détecter et à traiter (p. ex. *Renibacterium salmoninarum*, l'agent causal de la maladie rénale bactérienne chez les salmonidés). Il est donc difficile de démontrer dans quelle mesure ils sont transférés du stock de géniteurs aux fermes, d'une ferme à l'autre et des fermes aux poissons sauvages.
- Certains agents pathogènes (p. ex. l'anémie infectieuse du saumon) se manifestent à l'occasion en tant qu'infections non virulentes chez les salmonidés d'élevage et sauvages, mais les mécanismes menant de formes non virulentes à des formes virulentes du virus sont inconnus.
- Il est possible de détecter les effets pathogènes dans les populations sauvages en mesurant les changements dans la prévalence et l'intensité des agents pathogènes ou les changements dans les données démographiques des individus touchés au sein de la population cible. On doit par conséquent établir des données de base sur les agents pathogènes pour la population cible au moyen d'une surveillance systématique ou d'autres méthodes épidémiologiques. Au Canada toutefois, la surveillance des agents pathogènes chez les populations animales aquatiques sauvages est presque inexistante et devrait être établie.
- Les méthodes diagnostiques actuelles sont axées uniquement sur les agents pathogènes et ne peuvent déterminer si les populations hôtes ont déjà été infectées par un agent pathogène. La séroprévalence, un essai non mortel permettant de détecter des anticorps par rapport à un agent pathogène, pourrait fournir ces renseignements. On devrait développer des tests basés sur la séroprévalence et d'autres essais non mortels (p. ex. écouvillon de mucus, ponctions des reins).

7. Structure

Séquence des effets

On ajoute ou enlève une quantité considérable de structures matérielles dans tous les types d'aquaculture, ce qui comprend tant les composantes non vivantes (cordages, bouées, ancres, etc.) que les composantes vivantes (poissons, bivalves). Cette situation peut influencer directement sur le plancher océanique et agir en tant que surface de sédimentation pour une variété d'organismes et avoir de nombreux effets tant sur la colonne d'eau que sur les processus benthiques.

Tableau 3. Disponibilité des données appuyant l'existence d'un lien entre les facteurs de perturbation et les effets. Veuillez prendre note que le tableau i) ne reconnaît pas le sens ni la gravité des liens entre les facteurs de perturbation et les effets; ii) n'est pas un produit autonome et on doit tenir compte du texte d'appui et des documents de recherche afin de mieux comprendre la complexité des diverses rétroactions potentielles.

Facteurs de perturbation					
Composantes d'écosystème	Ombrage	Libération d'organismes salissants	Construction riveraine / structure du fond du rivage	Structure verticale	Remise en suspension / processus d'entraînement
Santé du poisson					
Santé du poisson sauvage et d'élevage					
Habitat du poisson					
Concentration de sédiments en suspension					Non appuyé par la documentation
Structure, couverture et végétation de l'habitat	Données examinées par les pairs limitées		Données examinées par les pairs limitées	Données examinées par les pairs considérables	
Accès à l'habitat / voies de migration			Données examinées par les pairs considérables ¹		
Composition du substrat		Quelques données examinées par les pairs sur les bivalves; données indirectes sur les poissons	Données examinées par les pairs limitées	Données examinées par les pairs considérables	Données examinées par les pairs considérables
Qualité de l'eau					
Disponibilité et approvisionnement alimentaire	Non appuyé par la documentation	Non appuyé par la documentation		Données directes examinées par les pairs sur les bivalves; données indirectes sur les poissons	
Productivité primaire	Non appuyé par la documentation	Non appuyé par la documentation	Non appuyé par la documentation	Données directes examinées par les pairs sur les bivalves; données indirectes sur les poissons	
Débit d'eau				Données examinées par les pairs considérables	
Oxygène (colonne d'eau, benthos)		Non appuyé par la documentation			Non appuyé par la documentation
Concentration de contaminants					Données limitées sur les bivalves, inconnues pour les poissons
Communautés de poissons					
Populations et communautés de poissons sauvages		Quelques données examinées par les pairs sur les bivalves; données indirectes sur les poissons	Données examinées par les pairs limitées	Données examinées par les pairs considérables	

¹ Dans le cas de structures installées pour limiter l'accès des prédateurs à l'élevage de bivalves sur le fond; sinon, peu d'effets ont été documentés.

Légende

Un système qualitatif simple de classement par ordre d'importance est utilisé dans ce tableau pour catégoriser en quatre éléments la disponibilité des données appuyant l'existence d'un lien entre les facteurs de perturbation et leurs effets.

- Données examinées par les pairs considérables : Ce domaine a été étudié en détail.
- Quelques données examinées par les pairs : Ce domaine a fait l'objet d'un certain nombre d'études.
- Données examinées par les pairs limitées : Ce domaine a fait l'objet de peu d'attention.
- Non appuyé par la documentation : Ce domaine n'a pas du tout fait l'objet d'études.
- Les cellules vides indiquent qu'on n'a pas tenu compte de la séquence dans cette section.

État des connaissances sur les liens entre les facteurs de perturbation et les effets

Les renseignements sur les effets environnementaux des structures varient en qualité et en quantité et sont souvent confondus avec d'autres facteurs, en particulier les biodépôts. Par conséquent, on doit effectuer beaucoup d'extrapolation à partir d'études non liées à l'aquaculture pour prédire les séquences des effets. L'ajout, le retrait et la modification d'une structure benthique physique peuvent influencer directement sur les sédiments des fonds marins et les communautés, bien que cela ait été démontré uniquement dans la culture des myes. On a démontré que l'ajout d'une structure verticale influait sur l'hydrodynamisme à diverses échelles spatiales.

La recherche a démontré que tant la structure benthique que la structure verticale ajoutées en aquaculture servent de substrats salissants aux espèces vivant sur des fonds durs et aux espèces connexes vivant sur des fonds mous et pourraient attirer des espèces mobiles. La salissure entraîne une cascade d'effets divers sur la structure, la diversité et la productivité des communautés benthiques et pélagiques, bien qu'ils n'aient pas bien été étudiés directement. On a démontré que la cueillette de mollusques et crustacés et les autres activités ont une incidence tant sur les composantes physiques que biologiques du milieu benthique.

Un nombre limité d'études ont démontré que certaines structures et certains débris connexes, particulièrement les structures qui sont perdues ou abandonnées, piègent les organismes et modifient les processus de sédimentation, tels que les dépôts, l'accrétion et l'érosion.

Les phoques, les otaries, les baleines, les dauphins et d'autres animaux aquatiques peuvent être piégés et s'emmêler dans les filets contre les prédateurs et autres structures aquacoles. Le signalement de ces incidents est trop sporadique et incomplet pour évaluer leur incidence écologique.

Lacunes sur le plan des connaissances

- La biomasse des organismes associés à l'élevage des bivalves pourrait être aussi grande ou plus grande que celle des animaux d'élevage. Il faut élaborer des modèles d'écosystème pour tenir compte de ce facteur, car ces organismes pourraient avoir des répercussions aussi grandes que les organismes d'élevage. On doit valider ces modèles à l'aide d'études descriptives ciblées.
- On doit élaborer ou évaluer des indices appropriés pour déterminer les effets.
- On doit déterminer les données empiriques disponibles et comprendre les modèles d'écoulement au sein et près des fermes.
- On doit obtenir de meilleures données sur le nombre et la nature des emmêlements de mammifères marins et d'autres animaux dans les sites aquacoles et évaluer les facteurs

(p. ex. la structure du filet, la proximité d'échoueries de phoques et d'otaries, les pratiques agricoles) qui influent sur les taux d'emmêlement.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

- Fisheries and Oceans Canada. 2003. A scientific review of the potential environmental effects of aquaculture in aquatic ecosystems. Volume 1. Far-field environmental effects of marine finfish aquaculture (B.T. Hargrave); Ecosystem level effects of marine bivalve aquaculture (P. Cranford, M. Dowd, J. Grant, B. Hargrave and S. McGladdery); Chemical use in marine finfish aquaculture in Canada: a review of current practices and possible environmental effects (L.E. Burrige). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2450: ix + 131 p.
- Fisheries and Oceans Canada. 2003. A scientific review of the potential environmental effects of aquaculture in aquatic ecosystems. Volume II. Disease interactions between wild and cultured shellfish (S.M. Bower and S.E. McGladdery). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2450: viii + 33 p.
- Fisheries and Oceans Canada. 2004. A scientific review of the potential environmental effects of aquaculture in aquatic ecosystems. Volume III. Near-field organic enrichment from marine finfish aquaculture (D.J. Wildish, M. Dowd, T.F. Sutherland and C.D. Levings); Environmental fate and effect of chemicals associated with Canadian freshwater aquaculture (R.J. Scott). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2450: ix + 117 p.
- Fisheries and Oceans Canada 2006. A Scientific Review of the Potential Environmental Effects of Aquaculture in Aquatic Ecosystems. Volume IV. The Role of Genotype and Environment in Phenotypic Differentiation Among Wild and Cultured Salmonids (Wendy E. Tymchuk, Robert H. Devlin and Ruth E. Withler); Cultured and Wild Fish Disease Interactions in the Canadian Marine Environment (A.H. McVicar, G. Olivier, G.S. Traxler, S. Jones, D. Kieser and A.-M. MacKinnon); Trophic Interactions Between Finfish Aquaculture and Wild Marine Fish (Mark R.S. Johannes). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2450: x + 139 p.
- Fisheries and Oceans Canada 2006. A Scientific Review of the Potential Environmental Effects of Aquaculture in Aquatic Ecosystems. Volume V. Behavioural Interactions Between Farm and Wild Salmon: Potential for Effects on Wild Populations (Laura K. Weir and Ian A. Fleming); Overview of the Environmental Impacts of Canadian Freshwater Aquaculture (C.L. Podemski and P.J. Blanchfield); A Scientific Review of Bivalve Aquaculture: Interaction Between Wild and Cultured Species (T. Landry, M. Skinner, A. LeBlanc, D. Bourque, C. McKindsey, R. Tremblay, P. Archambault, L. Comeau, S. Courtenay, F. Hartog, M. Ouellette and J.M. Sevigny). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2450: p x + 138.
- MPO, 2005. Évaluation de la pisciculture en cages dans le milieu marin. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2005/034.
- MPO, 2005. Examen scientifique national par les pairs de la pisciculture marine en cage; du 22 au 25 février 2005. Secr. can. de consult. sci. du MPO, compte rendu 2005/006.
- MPO, 2006. Évaluation des risques pour l'habitat liés à l'élevage des bivalves en milieu marin. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2006/005.
- MPO, 2006. Atelier national : Évaluation des risques pour l'habitat liés à l'élevage des bivalves en milieu marin; du 28 février au 3 mars 2006. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2006/014.

Annexe 1 : Glossaire

Terme	Définition
À distance	Point dans l'espace au sein d'un écosystème situé loin des installations aquacoles.
À proximité	Point dans l'espace au sein d'un écosystème situé à proximité des installations aquacoles.
Activité	Mesures entreprises par l'exploitant d'un site pour établir, faire fonctionner et terminer les activités d'exploitation.
Agent antisalissures	Agent ajouté aux peintures ou aux revêtements ou utilisé d'une autre manière pour limiter la croissance des organismes aquatiques nuisibles tels que les algues, les tuniciers et les bivalves sur les filets ou les boudins.
Agent pathogène	Organisme pouvant causer une maladie chez un hôte vivant. Les agents pathogènes choisis dans ce document sont représentatifs des parasites, des agents bactériens et viraux, en plus d'être présents dans les hôtes au niveau intracellulaire ou intercellulaires.
Anthropique	Caused ou produit par les humains.
Antibiotique	Substance conçue pour empêcher la croissance de microorganismes pathogènes et les tuer.
Antiparasitaire	Substance conçue pour empêcher la croissance d'organismes parasites et/ou les tuer.
Arthropode	Embranchement qui regroupe les arthropodes, y compris le sous-embranchement des crustacés. Invertébrés à squelette externe, dont le corps segmenté porte des appendices articulés.
Benthos	Assemblage d'organismes vivant sur les fonds marins.
Biodépôt	Dépôt de matériel biologique provenant d'organismes vivants.
Biodisponible	Substance pouvant être incorporée dans un tissu vivant.
Bivalve	Mollusque aquatique (classe des Lamellibranches) possédant un corps comprimé enfermé dans deux valves jointes, et comprenant les huîtres, les myes, les moules et les pétoncles.
Cage marine	Cage en filet pour l'aquaculture utilisée dans les milieux marins.
CGEA	Cadre de gestion environnementale de l'aquaculture
Chronique	Se dit d'un état qui dure longtemps et revient souvent.
Crustacés	Sous-embranchement d'invertébrés faisant partie de l'embranchement des arthropodes, tels que les crabes, les homards et les pouces-pieds.

Désinfectant	Agents antimicrobiens appliqués sur les objets afin de détruire les microorganismes.
DHA : dispositif de harcèlement acoustique	Type de dispositif de dissuasion acoustique produisant électroniquement des sons intenses se voulant incommode ou douloureux pour les phoques et les otaries.
Dispositif de dissuasion acoustique	Dispositif pyrotechnique ou électronique produisant un son visant à dissuader les attaques des phoques ou des otaries dans les élevages de saumons.
Effet	Modification dans une composante particulière d'un écosystème en raison de la présence d'un facteur de perturbation.
Effets en cascade	Suite d'événements attribuables à une action sur un système.
Élément nutritif	Substance fournissant de l'énergie ou des substances nutritives pour assurer la survie et la croissance d'un organisme vivant.
Éléments nutritifs (libération et bilans)	Les trois principaux éléments nutritifs dans l'eau de mer sont les nitrates, les phosphates et les silicates. Les nitrates sont les composés les plus abondants, mais les nitrates, l'ammoniac et les composés organiques contribuent également aux monticules organiques. Lorsque les concentrations d'éléments nutritifs sont insuffisantes dans les eaux de surface, elles peuvent limiter la productivité primaire.
Empirique	Information recueillie grâce à l'observation, à l'expérience ou à des expériences.
Espèce	Comprend les populations, les espèces et les sous-espèces.
Évasion	Les évasions des organismes d'élevage dans les eaux canadiennes peuvent se produire directement lors de la libération accidentelle d'organismes des installations d'exploitation ou par l'éloignement des aires d'introduction, ou indirectement par la libération de matériel de reproduction entraînant une descendance férale provenant d'organismes d'élevage confinés.
Facteur de perturbation	Facteurs qui influent sur le milieu aquatique. Au sens écologique, le terme est neutre – il n'a aucune connotation positive ou négative. Bien que certains processus de gestion des risques et leurs étapes d'évaluation des risques indiquent expressément que seuls les facteurs de perturbation et les effets négatifs doivent être décrits, les principes du cadre de gestion environnemental de l'aquaculture visent à examiner et à tenir compte tant des effets positifs que négatifs dans l'évaluation définitive des risques.
Fond dur / sédiment	Fond marin, composé de roche, de coquilles ou de matière solide semblable, ne pouvant être prélevé à l'aide de bennes.
Fond mou / sédiment meuble	Plancher océanique, composé de gravier, de sable, de boue ou de toute autre matière semblable, pouvant être prélevé à l'aide de bennes.
Habitat benthique	Fonds marins possédant des caractéristiques physiques, géochimiques et biologiques distinctes variant beaucoup selon leur emplacement et leur

	profondeur et souvent caractérisées par des éléments structuraux dominants et des communautés biologiques.
Hydrodynamique	Étude des fluides en mouvement.
Infection	Colonisation d'un organisme hôte par une espèce étrangère.
Lien entre les facteurs de perturbation et les effets	Relation de cause à effet entre les facteurs de perturbation et les effets déterminés.
Maladie	Signes cliniques observables, reproductibles et attribuables à un agent étiologique, notamment les parasites, les virus et/ou les bactéries, et entraînant un changement important par rapport à l'état naturel d'un animal.
Microflore	Populations de microorganismes comprenant les bactéries, les virus, les protozoaires, les algues et les champignons vivant dans un milieu déterminé. Une colonie de microorganismes comprenant les bactéries, les virus, les protozoaires et les champignons.
Milieu récepteur	Domaine spatial ou temporel du fond et de la colonne d'eau à l'extérieur des cages en filet utilisés pour accueillir les poissons d'élevage dans les piscicultures et à l'extérieur des filets, des sacs et des cages suspendus et dans la matrice biologique immédiate liée aux boudins utilisés pour accueillir les mollusques et crustacés d'élevage.
Mortel	Causant la mort.
Niveau trophique	Étape au sein du réseau trophique écologique (p. ex. producteurs primaires, consommateurs primaires, prédateurs).
Organisme salissant	Organismes qui croissent sur le matériel d'aquaculture immergé, souvent au détriment de l'équipement et des organismes d'élevage, comprenant les organismes tels que les algues, les tuniciers et les bivalves sur les filets ou les boudins.
Pélagique	Relatif à la pleine mer, présent ou vivant ou se trouvant dans la pleine mer.
Période d'exposition	Période réaliste pendant laquelle un organisme peut être exposé à un facteur de perturbation.
Phytoplancton	Le phytoplancton représente les producteurs primaires des océans, convertissant le carbone inorganique en composés organiques grâce à la photosynthèse; il constitue la source d'énergie de base. Trois éléments nutritifs influent sur le niveau de photosynthèse : les nitrates, les phosphates et les silicates. Dans l'eau de mer, les nitrites représentent habituellement le facteur limitant tandis que dans l'eau douce, ce sont les phosphates.
Poisson	<u>Définition de la Loi sur les pêches plus les lignes directrices de US EOA Tech :</u> Selon la <i>Loi sur les pêches</i> , ce terme comprend les poissons proprement dits et leurs parties, les mollusques, les crustacés et les animaux marins

	ainsi que leurs parties, les œufs, le sperme, la laitance, le frai, les larves, le naissain et les petits des animaux marins, <u>plus</u> (US EOA Tech Guidelines) qui ajoutent : les espèces planctoniques (bactérioplancton, phytoplancton et zooplancton, ichthyoplancton) et les espèces benthiques (microalgue (épiphytes), macrophytes, endofaune).
Poisson, poisson à nageoires	Organismes vertébrés de la classe des Osteichthyes.
Pou du poisson	Plusieurs espèces de copépodes parasites souvent présentes chez les poissons dans le milieu marin.
Présence de multirésistance	Changement dans la fréquence des bactéries résistantes (ou parasites) à plusieurs antibiotiques (ou antiparasitaires). Dans le cas des bactéries, la résistance peut être acquise par le transfert de l'ADN (plasmide ou cassette) d'une bactérie à une autre. On comprend mal les mécanismes de résistance chez les parasites.
Présence de résistance simple	Changement dans la fréquence des bactéries résistantes (ou parasites) à un seul antibiotique (ou antiparasitaire); la résistance est acquise par le transfert d'ADN (plasmide ou cassette) d'une autre bactérie (ou parasite) ou par mutations du matériel génétique.
Produit thérapeutique	Produit utilisé dans le traitement de maladies. Lorsqu'il est administré dans les aliments médicamenteux ou par injection, il s'agit d'un médicament (Direction des médicaments vétérinaires de Santé Canada) et peut s'acheter uniquement avec une prescription donnée par un vétérinaire autorisé. Les produits thérapeutiques utilisés dans les bains sont des pesticides (Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire de Santé Canada) et peuvent également s'acheter uniquement avec une prescription donnée par un vétérinaire autorisé.
Résultat, paramètre, résultat final, résultat mesurable, effet secondaire	Termes servant à indiquer des aspects précis des effets pouvant être mesurés.
Rétroaction	Utilisation d'une partie des données de sortie d'un système pour contrôler son rendement. Dans la rétroaction positive, les données de sortie servent à améliorer les données d'entrée; dans la rétroaction négative, les données de sortie servent à réduire les données d'entrée.
SCCS	Secrétariat canadien de consultation scientifique : coordonne l'examen par des pairs de questions scientifiques à l'intention de Pêches et Océans Canada.
SE	Séquence des effets
Sédiment	Terme utilisé pour désigner toutes les particules consolidées transportées et déposées par l'eau, le vent, les glaciers et la gravité.
Séroprévalence	Nombre d'individus dans une population obtenant un résultat positif à un test de dépistage d'une maladie particulière en fonction de la présence d'anticorps dans des échantillons de sérum sanguin.

Seston	Organismes minuscules et particules de matière inerte flottant dans l'eau et contribuant à la turbidité.
Structure	Surfaces physiques offrant d'autres habitats potentiels aux espèces sauvages, comprenant les structures au fond de l'eau telles que les dispositifs d'ancrage et les structures verticales telles que les cordages, les structures des cages et les bouées.
Structure de l'habitat	Structures physiques (p. ex les crevasses) et biologiques (p.ex. les plantes) dont dépendent les organismes pour éviter les prédateurs (Guide à l'intention du praticien du Programme de gestion de l'habitat de Pêches et Océans Canada).
Sublétales	Causant du tort, mais pas au point d'entraîner la mort; les effets sublétaux peuvent être aussi préjudiciables pour les populations que les effets mortels à l'échelle d'une population.
Sulfure	Composé chimique contenant du soufre dans son numéro d'oxydation le plus faible -2.
Toxicité	Mesure dans laquelle une substance peut nuire aux animaux ou à l'environnement.

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

Communiquer avec : Jay Parsons, Ph. D.
Pêches et Océans Canada
Direction générale de la science des écosystèmes
200, rue Kent, Station postale 12W114
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

Téléphone : 613-990-0278
Télécopieur : 613-993-7665
Courriel : Jay.Parsons@dfp-mpo.gc.ca

:

Le présent rapport et les documents connexes sont disponibles auprès du :

Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)
Région de la capitale nationale
Pêches et Océans Canada
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

Téléphone : 613-990-0293
Télécopieur : 613-990-2471
Courriel : CSAS@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1919-5109 (Imprimé)
ISSN 1919-5117 (En ligne)
© Sa Majesté la Reine du Canada, 2010

An English version is available upon request at the above address.

**LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIT :**

MPO. 2010. Avis scientifique sur les séquences d'effets liés à l'aquaculture des poissons, des mollusques et des crustacés. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2009/071.