



AVIS SCIENTIFIQUE SUR LA RÉVISION DES DIAGRAMMES DE SÉQUENCE DES EFFETS À L'APPUI DE L'ÉVALUATION DES RISQUES LIÉS AU PPPH

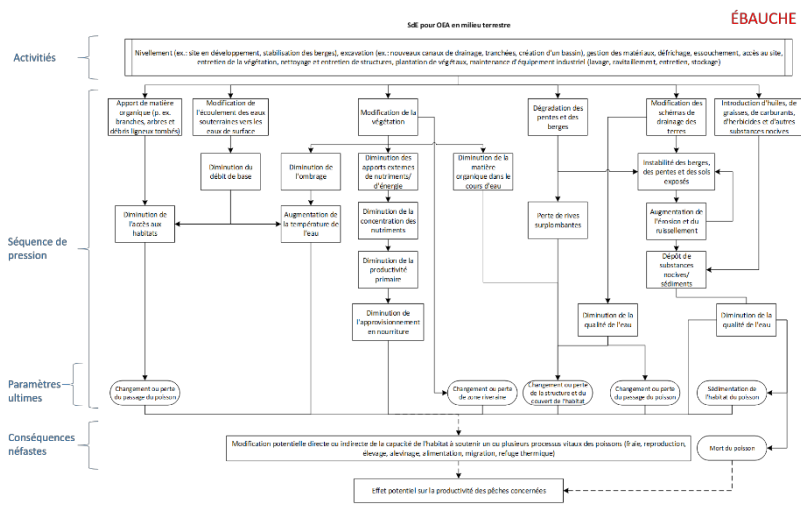


Figure 1. Ébauche du diagramme consolidé de séquence des effets démontrant les conséquences potentielles sur le poisson et son habitat découlant des ouvrages, entreprises et activités dans ou près de l'eau OEAs en milieu terrestre.

Figure 2. Ouvrages riveains pendant la construction (en haut) et après (en bas). Photo : MPO.

Contexte :

Le Programme de protection du poisson et de son habitat (PPPH) de Pêches et Océans Canada (MPO) a demandé un avis scientifique sur quatre ébauches de diagrammes consolidés de séquence des effets, y compris l'examen de leur restructuration, la validation des liens existants et l'évaluation de l'exhaustivité des liens. Afin de faciliter l'évaluation uniforme des projets en vertu de la Loi sur les pêches, le PPPH a remanié les 20 diagrammes existants du Programme et les a regroupés en quatre ébauches de diagrammes qui correspondent aux catégories d'ouvrages, d'entreprises et d'activités (OEAs) liés au PPPH. Dans le présent document, ils sont désignés par l'expression « diagrammes consolidés de séquence des effets » : 1) les OEAs en milieu terrestre; 2) les OEAs produisant du bruit et de l'énergie; 3) les OEAs en milieu aquatique; 4) les OEAs qui modifient le débit de l'eau. Les diagrammes révisés et validés de séquence des effets permettront au PPPH de tenir compte uniformément des conséquences des types de projets et de comprendre les conséquences d'un projet au niveau du site et de l'écosystème.

Les objectifs de ce processus de consultation scientifique étaient les suivants : 1) examiner et valider les séquences incluses dans les diagrammes consolidés de séquence des effets pour vérifier qu'elles sont exactes et valides; 2) évaluer si les liens entre les OEAs, les pressions et les paramètres ultimes sur le poisson et son habitat sont complets et exhaustifs; 3) déterminer si le processus d'utilisation de ces diagrammes consolidés de séquence des effets permet au PPPH de déterminer les paramètres ultimes pour lesquels des mesures d'évitement ou d'atténuation sont nécessaires pour réduire et gérer le risque

que le projet d'OEA nuise à la capacité de l'habitat de soutenir les processus vitaux des poissons (ou entraîne la mort de poissons), ainsi que de cerner les conséquences résiduelles à évaluer aux fins d'autorisation et de compensation, de manière à protéger le poisson et son habitat.

Le présent avis scientifique découle de la réunion sur les avis scientifiques national du 23 au 26 février 2021 avis scientifique sur la révision des diagrammes de séquences des effets à l'appui de l'évaluation des risques liés au PPPH. 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

- Les séquences des effets permettent d'établir un lien entre les catégories d'activités réalisées dans ou près de l'eau et leurs conséquences probables sur le poisson ou son habitat. Le présent avis scientifique contient des recommandations sur les changements à apporter aux ébauches des diagrammes de séquence des effets produits à utiliser dans l'évaluation des projets dans ou près de l'eau.
- Ces diagrammes de séquence des effets cherchent à mettre l'accent sur les aspects des OEAs, des pressions et des paramètres ultimes gérés par Pêches et Océans Canada (MPO). Il s'agit d'outils utilisés pour communiquer les conséquences possibles aux promoteurs, aux peuples autochtones (c.-à-d. les communautés et les titulaires de droits des Premières Nations, des Métis et des Inuits) et au grand public. Il existe probablement bien d'autres pressions et paramètres ultimes qui seraient inclus dans un diagramme complet des effets sur l'écosystème (p. ex. utilisation des terres au-delà de la zone riveraine), mais ils ne sont pas visés par le présent avis scientifique.
- Bien que les diagrammes de séquence des effets puissent être utiles dans des applications plus vastes (p. ex. projets de restauration), ces diagrammes s'appliquent principalement aux OEAs qui pourraient avoir des conséquences négatives sur le poisson et son habitat. C'est pourquoi on met l'accent sur la détermination des conséquences les plus courantes qui pourraient entraîner des effets négatifs.
- Ces diagrammes de séquence des effets sont destinés à être utilisés à l'échelle nationale dans les réseaux hydrographiques marins et d'eau douce, afin de déterminer les pressions les plus courantes qui peuvent être gérées par l'application de mesures d'évitement ou d'atténuation. L'échelle spatiale et temporelle des conséquences qui ne peuvent être atténuées est évaluée dans une phase suivante du processus décisionnel du PPPH. Un avis scientifique sur le cadre plus général de gestion des risques pourrait être demandé à une date ultérieure une fois que l'élaboration du cadre sera plus avancée.
- L'applicabilité des pressions et des liens pourrait varier selon les types de réseaux hydrographiques (cours d'eau, rivière, lac, littoral marin) et les régions, et il est reconnu que les utilisateurs des diagrammes de séquence des effets doivent tenir compte de cette dépendance à l'égard du contexte.
- Pour chacun des diagrammes de séquence des effets, les participants ont examiné davantage de changements que ceux qui ont été acceptés. Tous les changements acceptés sont indiqués dans le corps de l'avis scientifique et mis en évidence sur une figure correspondante comme suit :
 - En milieu terrestre : 35 changements discutés et 26 acceptés (figure 4).
 - Bruit et énergie : 31 changements discutés et 23 acceptés (figure 5).
 - En milieu aquatique : 31 changements discutés et 25 acceptés (figure 6).

Région de la capitale nationale

- Débit : 30 changements discutés et 25 acceptés (figure 7).
- Les changements recommandés aux quatre diagrammes consolidés de séquence des effets sont décrits de manière plus détaillée dans Brownscombe et Smokorowski (2021).
- À la suite de l'examen et une fois les changements recommandés pris en compte, les diagrammes de séquence des effets résultants sont jugés exacts et valides et il est recommandé de les inclure dans les diagrammes consolidés révisés de séquence des effets.
- La structure et la présentation actuelles de ces diagrammes de séquence des effets s'accompagnent de limitations, dans le sens où il y a nécessairement un compromis entre l'exhaustivité et la traçabilité. Des décisions ont été prises pour limiter les liens à ceux qui nécessitent le plus souvent une attention particulière ou pour veiller à ce qu'ils soient pris en compte lorsqu'ils sont pertinents.
- Les diagrammes révisés ont été jugés suffisamment complets et exhaustifs, car ils englobent les composantes principales des conséquences des OEAs sur le poisson et son habitat de manière à être traçables pour la prise de décisions et la communication du PPPH. Des exceptions ont été notées en ce qui concerne les processus marins ou des grands systèmes côtiers, les espèces aquatiques envahissantes et d'autres diagrammes de séquence des effets propres au développement (p. ex. le transport maritime) qui ne font pas partie des quatre diagrammes principaux examinés ici.
- Le processus d'utilisation de ces diagrammes révisés, s'il est utilisé de manière à garantir que tous les liens possibles et tous les diagrammes de séquence des effets applicables sont consultés, facilitera l'application de mesures d'évitement et d'atténuation pour déterminer les conséquences résiduelles.
- Il existe un certain nombre d'incertitudes entourant l'utilisation des diagrammes de séquence des effets pour la prise de décisions réglementaires, notamment : leur nature généralisée et leur applicabilité variable entre les types de systèmes, les régions et les ouvrages, entreprises et activités; les niveaux variables de soutien scientifique aux liens présentés; et la nature de la séquence (linéaire ou non linéaire) qui influera sur les paramètres ultimes de différentes façons.
- D'autres facteurs doivent également être gardés à l'esprit lors de l'utilisation ces diagrammes de séquence des effets afin de faciliter les décisions, en particulier la nécessité de tenir compte des effets cumulatifs et des agents de stress multiples, les solutions de rechange possibles à la gestion la plus fréquente d'une pression relevée dans les diagrammes, de même que la nécessité pour les utilisateurs d'avoir une formation scientifique pertinente et d'être formés sur l'utilisation normalisée de ces diagrammes.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

Le Programme de protection du poisson et de son habitat (PPPH) de Pêches et Océans Canada (MPO) a mis en place un régime de réglementation pour éviter, atténuer et compenser les effets négatifs qu'ont les projets dans ou près de l'eau (MPO 2021) sur le poisson et son habitat. Pour comprendre ces effets négatifs, il faut établir des liens entre les ouvrages, les entreprises et les activités, la pression par laquelle ces OEAs ont une incidence sur l'écosystème, et les paramètres ultimes qui en résultent et qui touchent le poisson et son habitat

(figure 3).

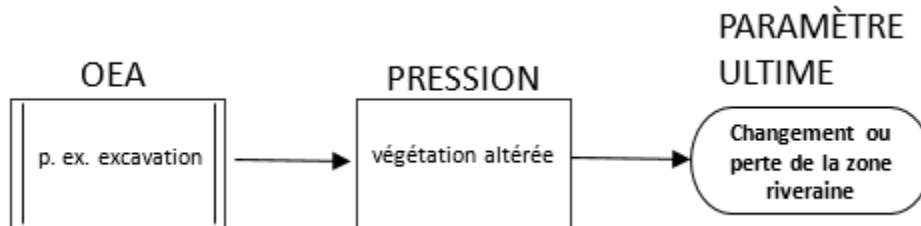


Figure 3. Exemple d'un lien individuel dans un diagramme de séquence des effets, y compris l'ouvrage, l'entreprise et l'activité (OEA), la pression et le paramètre ultime touchant le poisson et son habitat. Les définitions des principaux termes sont données à l'annexe B.

Depuis 2005, le PPPH utilise officiellement des diagrammes de séquence des effets pour aider les praticiens régionaux à déterminer et à communiquer les effets des projets d'ouvrages, d'entreprises et d'activités sur le poisson et son habitat (MPO 2018). Grâce aux modifications apportées à la *Loi sur les pêches* modernisée en 2019, le PPPH dispose maintenant d'une norme réglementaire plus élevée en vertu de laquelle les projets d'ouvrages, d'entreprises et d'activités sont examinés. Toutefois, on craint qu'il ne soit pas possible d'appliquer les diagrammes existants de façon uniforme pour appuyer l'examen réglementaire des projets et l'évaluation des risques qu'ils posent pour le poisson et son habitat.

Afin de faciliter l'évaluation uniforme des projets aux termes de la *Loi sur les pêches*, le PPPH a remanié les 20 diagrammes de séquence des effets existants du Programme (voir l'annexe 1 dans Brownscombe et Smokorowski 2021) et les a regroupés en quatre ébauches de diagrammes qui s'harmonisent avec les catégories d'ouvrages, d'entreprises et d'activités du PPPH (ces ébauches sont désignées dans le présent document par l'expression « ébauches de diagrammes consolidés de séquence des effets ») : 1) les OEAs en milieu terrestre; 2) les OEAs produisant du bruit et de l'énergie; 3) les OEAs en milieu aquatique; et 4) OEAs qui modifient le débit de l'eau. Il est donc important de s'assurer que les séquences et les liens avec les paramètres ultimes qui en résultent pour le poisson et son habitat sont exacts, valides, complets et exhaustifs.

Le PPPH a demandé au Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS) du MPO d'effectuer un examen par les pairs de ces quatre ébauches de diagrammes consolidés de séquence des effets, y compris l'examen de leur restructuration, la validation des liens existants et l'évaluation de l'exhaustivité des liens. Les diagrammes révisés et validés de séquence des effets permettront au PPPH de tenir compte uniformément des conséquences des types de projets et de comprendre les effets d'un projet au niveau du site et de l'écosystème. Les diagrammes restructurés et validés, ainsi que la normalisation de leur utilisation, aideront à déterminer où un projet s'inscrit dans le Cadre de gestion du risque du PPPH et, en fin de compte, à déterminer l'instrument du programme (p. ex. lettre d'avis ou autorisation en vertu de la *Loi sur les pêches*) qui permet le mieux de gérer le risque associé au projet. Cela contribuera à uniformiser la conservation et la protection du poisson et de son habitat dans tout le pays.

Les objectifs de ce processus de consultation scientifique étaient les suivants : 1) examiner et valider les séquences incluses dans les diagrammes consolidés de séquence des effets pour vérifier qu'elles sont exactes et valides; 2) évaluer si les liens entre les ouvrages, entreprises et activités, les pressions et les paramètres ultimes sur le poisson et son habitat sont complets et exhaustifs; 3) déterminer si le processus d'utilisation de ces diagrammes consolidés de

Région de la capitale nationale

séquence des effets permet au PPPH de déterminer les paramètres ultimes pour lesquels des mesures d'évitement ou d'atténuation sont nécessaires pour réduire et gérer le risque que le projet d'OEAs nuise à la capacité de l'habitat de soutenir les processus vitaux des poissons (ou entraîne la mort de poissons), ainsi que de cerner les conséquences résiduelles à évaluer aux fins d'autorisation et de compensation, de manière à protéger le poisson et son habitat.

Le processus de consultation scientifique a utilisé un document de travail (Brownscombe et Smokorowski 2021), qui évaluait l'exactitude et l'exhaustivité des quatre ébauches de diagrammes consolidés de séquence des effets au moyen d'une recherche documentaire et présentait des données probantes pour faciliter les discussions et appuyer les décisions prises pendant le processus du SCAS. De plus, les participants experts ont procédé à un examen par les pairs de chacune des quatre ébauches de diagrammes consolidés de séquence des effets et leurs opinions collectives d'experts ont complété la base des changements recommandés. Le présent avis scientifique recommande des changements à apporter à l'ébauche des diagrammes consolidés de séquence des effets produits pour l'évaluation des projets dans l'eau ou près de l'eau.

ANALYSE

Les considérations suivantes ont formé la base de l'avis scientifique, et il convient d'en tenir compte pour utiliser cet avis et les diagrammes de séquence des effets :

- Ces diagrammes de séquence des effets visent à mettre l'accent sur les aspects des ouvrages, entreprises et activités, les pressions et les paramètres ultimes gérés par le MPO pour assurer la conformité aux dispositions pertinentes de la *Loi sur les pêches* et de la *Loi sur les espèces en péril*. Ce sont des outils utilisés par le PPPH pour communiquer les conséquences possibles des OEAs sur le poisson et son habitat aux promoteurs, aux peuples autochtones et au grand public. Il existe bien d'autres pressions et paramètres ultimes qui pourraient être inclus dans un diagramme complet des effets sur l'écosystème, mais ils ne sont pas visés par le présent avis scientifique.
- L'objectif principal des actuels diagrammes de séquence des effets utilisés par le PPPH est de déterminer les conséquences les plus courantes des OEAs réalisés dans ou près de l'eau qui pourraient entraîner des effets négatifs, dans le but de gérer ces conséquences au moyen des mesures de gestion pertinentes (évitement et atténuation). À l'avenir, il pourrait être utile d'appliquer les diagrammes de séquence des effets dans un contexte plus large (p. ex. pour déterminer les conséquences possibles des projets de restauration), mais il est important de noter que telle n'est pas leur intention actuelle.
- Ces diagrammes de séquence des effets sont destinés à être utilisés à l'échelle nationale dans les réseaux hydrographiques marins et d'eau douce, afin de déterminer les pressions les plus courantes qui peuvent être gérées par l'application de mesures d'évitement ou d'atténuation. L'échelle spatiale et temporelle des conséquences qui ne peuvent être atténuées est évaluée dans une phase suivante du processus décisionnel du PPPH. Un avis scientifique sur le cadre plus général de gestion des risques pourrait être demandé à une date ultérieure une fois que l'élaboration du cadre sera plus avancée.

Les participants à la réunion ont reconnu que les quatre ébauches de diagrammes consolidés de séquence des effets constituent un excellent point de départ pour cet examen du SCAS. La combinaison de 20 diagrammes en quatre était une tâche complexe, mais elle couvre la majorité des ouvrages, entreprises et activités, des pressions et des paramètres ultimes gérés par le MPO, conformément à ses responsabilités législatives. Brownscombe et Smokorowski

Région de la capitale nationale

(2021) ont fourni les éléments de preuve nécessaires à un examen solide des ébauches de diagrammes fusionnés; ainsi, les liens qui ont été considérés comme bien étayés et valides ont été acceptés tels quels et n'ont pas fait l'objet d'autres discussions. Il existe un équilibre important, mais délicat, entre la traçabilité et l'exhaustivité, et cet équilibre a été débattu tout au long du processus du SCAS. Un certain nombre de nouveaux liens ou nœuds de pression ont été suggérés, mais ils n'ont pas été inclus dans les changements recommandés finaux, car ils n'ont pas été considérés comme courants ou de base.

Des efforts ont été déployés pour assurer l'uniformité de la présentation et du niveau de détail des diagrammes. Les liens qui apparaissent dans plus d'un diagramme, en particulier ceux qui présentent plusieurs liaisons de nœud de pression menant aux paramètres ultimes, ont plutôt été modifiés pour faire référence au diagramme plus pertinent. Les quatre diagrammes de séquence des effets examinés ne fonctionnent pas isolément, et il est rare qu'un seul soit consulté. Dans le même ordre d'idées, on a relevé des incohérences dans le libellé des mêmes nœuds de pression et des mêmes paramètres ultimes entre les quatre diagrammes de séquence des effets, et proposé des corrections en conséquence lorsqu'elles ont été notées. Si certains éléments ont été omis au cours de cet exercice, peut-être parce que les nœuds de pression et les liens n'ont pas été examinés, il est convenu d'en ajuster malgré tout le libellé pour assurer l'uniformité entre les diagrammes, sans avoir à obtenir le consensus du groupe sur chaque changement apporté dans un souci de cohérence.

L'applicabilité des pressions et des liens pourrait varier selon les types de réseaux hydrographiques (cours d'eau, rivière, lac, littoral marin) et les écozones, ainsi que selon les régions du MPO au Canada. Par exemple, les conséquences des OEAs dans la zone riveraine sur la végétation du littoral et leurs effets sur la température de l'eau sont probablement beaucoup plus importantes sur un petit cours d'eau ayant de faibles volumes d'eau que sur une grande rivière ou un milieu marin côtier. Il est important que les utilisateurs de ces diagrammes de séquence des effets tiennent compte de l'applicabilité de chaque nœud de pression et chaque au réseau hydrographique précis touché par l'ouvrage, l'entreprise ou l'activité. Certaines de ces différences ont été soulignées dans Brownscombe et Smokorowski (2021), mais pas de façon exhaustive.

En ce qui concerne le sens de certains des nœuds de pression, dans de nombreux cas où les deux sens (augmentation ou diminution) sont tout aussi plausibles l'un que l'autre, le nœud de pression a été formulé comme « changement de » ou « modification ». Toutefois, dans les cas où un sens était plus probable, celui-ci a été utilisé (p. ex. baisse de la qualité de l'eau à cause de l'ajout de substances nocives ou d'une augmentation des éléments nutritifs). Toutefois, dans certains cas, le sens n'est pas uniforme à 100 % et les utilisateurs de ces séquences des effets doivent en tenir compte. Les mises en garde relatives au sens le plus courant, lorsqu'elles existent, sont indiquées dans Brownscombe et Smokorowski (2021), car il est important de les indiquer comme une possibilité. Par exemple, une augmentation des éléments nutritifs entraîne le plus souvent une baisse de la qualité de l'eau, sauf dans les cas où elle se produit dans un système récepteur ultra-oligotrophe, où elle peut alors accroître la productivité de l'écosystème et, par conséquent, avoir un effet positif sur le poisson et son habitat. Toutefois, dans le cas de l'ajout d'éléments nutritifs lié aux apports d'eaux usées, les substances nocives qui accompagnent la substance réduiraient la qualité de l'eau de toute façon. Il demeure donc essentiel que les utilisateurs des diagrammes de séquence des effets possèdent les connaissances scientifiques pertinentes, comprennent l'ensemble des conséquences du projet d'ouvrage, d'entreprise ou d'activité et connaissent l'écologie des zones riveraines, des cours d'eau ou des plans d'eau touchés afin de pouvoir les appliquer correctement.

Région de la capitale nationale

La justification de tous les changements indiqués ci-après est brièvement décrite, mais beaucoup plus de détails sur la justification, la documentation disponible pour étayer le changement et la solidité du lien sont disponibles dans Brownscombe et Smokorowski (2021). Pour tous les changements de séquence indiqués plus loin, lorsque la liaison finale d'un nœud de pression ou d'un paramètre ultime mène à la « possibilité de dégradation directe ou indirecte de la capacité de l'habitat à soutenir un ou plusieurs processus vitaux du poisson (fraie, reproduction, croissance, alevinage, alimentation, migration, refuge thermique) », ce libellé a été abrégé en « dégradation directe ou indirecte possible » dans un souci de concision. Il est à noter que dans le contexte des séquences des effets, chaque fois qu'il est fait mention du « poisson », ce terme s'entend au sens de la définition donnée dans la *Loi sur les pêches*, qui comprend les mammifères marins (voir l'annexe 1).

Dans tous les cas, les pressions et séquences discutées étaient plus nombreuses que celles qui avaient été proposées comme changements aux diagrammes. Ces discussions se trouvent dans le compte rendu de cette réunion et dans la feuille de calcul qui l'accompagne et qui documente tous les changements discutés et les décisions. Les quatre sections suivantes indiquent les changements acceptés recommandés spécialement pour chacun des diagrammes de séquence des effets afin d'atteindre les objectifs 1 et 2 décrits précédemment.

Diagramme de séquence des effets 1 : OEAs en milieu terrestre

Pour le diagramme de séquence des effets pour les OEAs en milieu terrestre, 35 changements proposés ont été discutés; 26 ont été acceptés comme recommandations de modification dans la version finale du diagramme de séquence des effets pour les OEAs produisant du bruit et de l'énergie. Ces 26 changements sont indiqués ici, mis en évidence sur la figure 4 et étayés de façon plus approfondie dans Brownscombe et Smokorowski (2021).

1. Changement de libellé : Changer le libellé du nœud de pression de « apport de matière organique (p. ex. branches, arbres et débris ligneux tombés) » en « apport accru de matériaux ligneux ».
 - L'apport de matières organiques est un processus naturel; par conséquent, ce changement de libellé vise à clarifier deux aspects : 1. Un « apport accru » vise à faire la distinction entre le « déversement » ou la chute de plus grandes matières organiques dans l'eau résultant d'un ouvrage, d'une entreprise ou d'une activité dans la zone riveraine, et exclut les apports causés par des événements naturels comme la mortalité naturelle ou le chablis. 2. Le changement du libellé en « matériaux ligneux » vise à préciser que la préoccupation porte ici sur les « matériaux ligneux » plus grands provenant de la rive (branches tombées, arbres et débris ligneux). Le mot « grand » n'a pas été inclus parce qu'il suppose une taille minimale définie et que la taille et la quantité exactes des débris ligneux qui peuvent causer un problème de passage ne sont pas bien étudiées ou connues. Voir la définition de « matériaux ligneux » à l'annexe 1.
2. Nouvelle liaison : « Apport accru de matériaux ligneux » -> Voir le « diagramme de séquence des effets pour les OEAs en milieu aquatique ».
 - Ajouter un nouveau lien de « Apport accru de matériaux ligneux » jusqu'au diagramme de séquence des effets pour les OEAs en milieu aquatique, qui couvre tous les nœuds de pression consécutifs après cette activité, y compris les effets d'obstacle (conséquences sur le passage et restriction ou expansion du débit) et d'étouffement. Il est important de souligner que l'étouffement pourrait être particulièrement pertinent pour les activités de déchargement de billots.

Région de la capitale nationale

3. Supprimer le lien : « Apport accru de matériaux ligneux » -> « Diminution de l'accès aux habitats » -> « Changement ou perte du passage du poisson ».
 - Avec la liaison vers le diagramme de séquence des effets pour les OEAs en milieu aquatique, le lien entre « Apport accru de matériaux ligneux », « Diminution de l'accès aux habitats » et « Changement ou perte du passage du poisson » n'est pas nécessaire puisque le diagramme pour les OEAs en milieu aquatique couvre ces effets de manière plus détaillée. Toutefois, les nœuds demeureront sur le diagramme parce qu'ils sont toujours pertinents pour la séquence « Diminution du débit de base ».
4. Changement de libellé : Changer le libellé du nœud de pression de « Augmentation de la température de l'eau » en « Modification de la température de l'eau ».
 - Le lien entre les eaux souterraines et la température ne mène pas toujours à une hausse de la température. Par exemple, pendant l'hiver, des débits d'eaux souterraines relativement chaudes peuvent être essentiels au maintien des fosses d'hivernage, et si l'apport de ce débit de base venait à diminuer lorsque les eaux de surface sont plus fraîches que les eaux souterraines, la température de l'eau baisserait. Il existe également un mécanisme indirect moins commun, mais toujours pertinent, qui abaisse la température de l'eau par le biais de l'installation de structures et d'une morphométrie plus complexe des chenaux. Il est possible que ce mécanisme entraîne une augmentation du mouvement latéral de l'eau ou de la migration des chenaux, ce qui peut accroître les échanges entre les eaux de surface et les eaux souterraines et ainsi atténuer la hausse de la température de l'eau.
5. Nouveau nœud de pression et nouvelle liaison : « Modification de l'écoulement des eaux souterraines vers les eaux de surface » -> « Diminution du débit de base » -> (NOUVEAU) « Modification ou perte de superficie mouillée ».
 - La modification de la quantité d'eau et de la zone mouillée sont deux mécanismes différents de changement de l'habitat du poisson, bien que la zone mouillée ait été utilisée par le passé pour sous-entendre des conséquences plus vastes. Une diminution de la zone mouillée réduit directement l'habitat disponible pour le poisson, et la productivité de la population de poissons tend généralement à diminuer proportionnellement à la réduction de la superficie et de la quantité de l'habitat.
6. Ajouter un * pour indiquer la possibilité d'un autre sens : Ajouter un * à « Diminution du débit de base* ».
 - Il a été convenu que les OEAs en milieu terrestre entraîneraient le plus souvent une diminution du débit de base et qu'il faudrait donc maintenir le sens. Cependant, il est possible que certains changements majeurs de l'utilisation des terres entraînent un changement de sens des débits d'eaux souterraines, ce qui peut parfois accroître le débit de base d'un réseau hydrographique. L'ajout d'un * permet de s'assurer que les utilisateurs des diagrammes tiennent compte de cette possibilité lorsqu'ils examinent les projets.
7. Nouvelle liaison : « Modification de l'écoulement des eaux souterraines vers les eaux de surface » -> « Modification de la quantité d'eau »-> « Dégradation directe ou indirecte possible ».
 - Cette nouvelle liaison relie les eaux souterraines à la quantité d'eau, ce qui, à son tour, reflète les aspects plus complexes de la qualité de l'habitat liés aux volumes d'eau modifiés, au-delà des changements de la zone mouillée.

Région de la capitale nationale

8. Nouvelle liaison : « Modification de l'écoulement des eaux souterraines vers les eaux de surface » -> « Diminution du débit de base » -> « Diminution de l'approvisionnement en nourriture ».
 - Le débit de l'eau joue un rôle très important dans la nourriture des poissons, et la diminution du débit de base peut réduire les possibilités d'alimentation et de croissance des poissons, ce qui justifie cette liaison directe.
9. Changement de libellé : Changer le libellé du nœud de pression de « Diminution des apports externes de nutriments/d'énergie » en « Modification des éléments nutritifs externes/intrants énergétiques ».
 - Selon le contexte, la modification de la végétation pourrait réduire ou accroître la quantité d'éléments nutritifs qui pénètrent dans un habitat aquatique. Dans les deux cas, de tels changements des niveaux d'éléments nutritifs peuvent être indésirables en raison de la possibilité de réactions écosystémiques complexes qui pourraient nuire aux communautés de poissons, selon les caractéristiques du réseau hydrographique.
10. Suppression du nœud de pression : Supprimer « Diminution de la concentration des nutriments ».
 - Ce nœud de pression reflète un niveau de détail mécaniste ajouté au diagramme qui n'est pas compatible avec les autres séquences, et il a donc été recommandé de le supprimer.
11. Changement de libellé : Changer le libellé du nœud de pression de « Diminution de la productivité primaire » en « Modification de la productivité primaire ».
 - En suivant logiquement le changement n° 9 recommandé ci-dessus pour les projets terrestres, si les apports en éléments nutritifs peuvent augmenter ou diminuer, la productivité primaire d'un réseau hydrographique pourrait elle aussi augmenter ou diminuer.
12. Nouvelle liaison : « Modification de la végétation » -> « Diminution de l'approvisionnement en nourriture ».
 - La végétation riveraine est non seulement une source d'éléments nutritifs qui soutiennent la base du réseau trophique, mais aussi une source directe de nourriture pour les poissons grâce aux intrants terrestres, ce qui justifie une liaison directe.
13. Changement du libellé de « Réduction de la matière organique dans le cours d'eau » en « Réduction de la structure organique aquatique ».
 - La structure organique joue un rôle dans l'habitat du poisson dans presque tous les écosystèmes aquatiques, et pas seulement « dans le cours d'eau »; il a donc été convenu de remplacer le libellé par « aquatique ».
14. Nouvelle liaison : « Modification de la végétation » -> « Instabilité des berges, pentes et exposition des sols ».
 - La végétation riveraine joue un rôle essentiel dans la géomorphologie des rivières, y compris la stabilité des berges et l'entretien des berges sapées.
15. Nouvelle liaison : « Modification de la végétation » -> « Changement ou perte de la structure et du couvert de l'habitat ».

Région de la capitale nationale

- Tout comme le changement n° 14 ci-dessus pour les projets terrestres, la végétation riveraine joue un rôle essentiel dans la géomorphologie des rivières, et donc dans la structure et la couverture de l'habitat disponible.
16. Suppression du nœud de pression : « Dégradation des pentes et des berges » -> « Perte de rives surplombantes » (SUPPRIMER)-> « Changement ou perte de la structure et du couvert de l'habitat ».
- Il est proposé de supprimer le nœud de pression « Perte de rives surplombantes » puisqu'il représente un niveau de spécificité qui n'apparaît pas dans l'équilibre des séquences. Toutefois, comme les berges sapées sont une caractéristique très importante de l'habitat du poisson, ce mécanisme de changement de la structure et de la couverture de l'habitat est mis en évidence dans Brownscombe et Smokorowski (2021).
17. Changement de libellé : Remplacer le libellé du paramètre ultime « Mort du poisson » par « Effets sublétaux ou mortalité ».
- La modification du paramètre ultime « Mort du poisson » en « Effets sublétaux ou mortalité » est un changement important à apporter à ce diagramme et aux autres diagrammes de séquence des effets. Essentiellement, ce paramètre ultime tiendrait compte de tous les effets *directs* des séquences de pression sur chaque poisson, p. ex. des effets sublétaux sur la croissance et le comportement jusqu'à la mortalité. Des effets sublétaux (p. ex. les coûts énergétiques des agents de stress environnementaux qui entraînent une réduction de la croissance et du résultat de la reproduction) peuvent également se traduire par une dégradation de la productivité de la population de poisson.
18. Nouvelle liaison : « Sédimentation de l'habitat du poisson » -> « Effets sublétaux ou mortalité ».
- La sédimentation de l'habitat du poisson peut causer la mortalité directe du poisson en privant les œufs ou les larves d'oxygène. Par conséquent, il est recommandé d'établir une liaison directe entre la sédimentation et les effets sublétaux ou la mortalité.
19. Changement du libellé de « Diminution de la qualité de l'eau » à « Modification de la quantité d'eau ».
- La quantité d'eau peut diminuer ou augmenter en raison d'une modification des régimes de drainage des terres (p. ex. augmentation de l'instabilité des débits et diminution du débit de base résultant de l'imperméabilité accrue de la zone riveraine), deux effets qui peuvent être problématiques.
20. Nouvelle liaison : « Modification de la quantité d'eau » -> « Modification ou perte de la superficie mouillée ».
- La zone mouillée et la quantité d'eau sont deux choses différentes (voir la justification sous « Changement n° 5 pour les OEAs en milieu terrestre ») et devraient être séparées, mais comme la quantité d'eau influence directement la zone mouillée, la liaison est justifiée.
21. Nouvelle liaison : « Modification de la quantité d'eau » -> voir « Diagramme de séquence des effets pour les OEAs qui modifient le débit de l'eau ».
- Étant donné qu'un changement de la quantité d'eau dans un système aquatique pourrait modifier un certain nombre de caractéristiques de l'habitat liées au débit et aux niveaux,

Région de la capitale nationale

le lien avec les séquences des effets pour les OEAs qui modifient le débit de l'eau est justifié.

22. Nouvelle liaison : « OEAs » -> (« Modification de la végétation » et « Dégradation des pentes et des berges » et « Modification des schémas de drainage des terres ») -> voir « Voie d'entrée d'espèces aquatiques envahissantes (à déterminer) ».
 - Une combinaison des pressions d'origine terrestre (c.-à-d. une modification de la végétation, une modification des pentes et des berges, une modification des régimes de drainage des terres) peut également contribuer à des séquences de pression/paramètres ultimes supplémentaires, notamment en facilitant les voies d'entrée des espèces envahissantes. Il n'existe pas encore de diagramme de séquence des effets sur les espèces aquatiques envahissantes, mais il est en cours d'élaboration et il faudrait créer la liaison pour refléter le lien.
23. Nouveau nœud de pression : « Ouvrages, entreprises et activités » -> « Augmentation de l'accès par les humains » (NOUVEAU) -> Consulter le ou les organismes de gestion pertinents.
 - Les OEAs peuvent également contribuer à des pressions supplémentaires en accroissant l'accès humain (p. ex. véhicules supplémentaires, pêche à la ligne). En eau douce, la gestion de la pêche à la ligne est une compétence provinciale.
24. Nouvelle liaison : « Modification des schémas de drainage des terres » -> « Modification de la température de l'eau ».
 - La modification de l'utilisation des terres qui comprend des surfaces imperméables comme l'asphalte peut également causer une charge thermique dans les écosystèmes aquatiques, ce qui justifie une liaison entre la modification des régimes de drainage des terres et la modification de la température de l'eau.
25. Changement de libellé : Changer le libellé du nœud de pression « Introduction d'huiles, de graisses, de carburants, d'herbicides et d'autres substances nocives » en « Introduction de pétrole, de graisse, de carburant, de pesticides et d'autres substances nocives ».
 - Il faudrait remplacer « herbicides » par « pesticides » pour être plus large. Voir la définition des deux termes à l'annexe 1.
26. Nouvelle liaison : « Introduction de pétrole, de graisse, de carburant, de pesticides et d'autres substances nocives » -> « Diminution de la qualité de l'eau »
 - L'introduction de substances nocives a une incidence directe sur la qualité de l'eau; c'est un mécanisme distinct du dépôt de substances nocives dans le substrat, ce qui justifie une liaison directe.

Diagramme de séquence des effets 2 : OEAs produisant du bruit et de l'énergie

Pour le diagramme de séquence des effets pour les OEAs produisant du bruit et de l'énergie, 31 changements suggérés ont été discutés; 23 ont été acceptés comme recommandations de modification dans la version finale du diagramme de séquence des effets pour les OEAs produisant du bruit et de l'énergie. Ces 23 changements sont indiqués ici, mis en évidence sur la figure 5 et étayés de façon plus approfondie dans Brownscombe et Smokorowski (2021).

1. Supprimer la liaison : Supprimer le paramètre ultime « Modification ou perte de superficie mouillée », car cette liaison n'est pas étayée.

Région de la capitale nationale

- Il existe peu de preuves montrant que les changements de pression associés aux activités de détonation dans l'eau ou près de l'eau entraînent des pertes importantes de la zone mouillée.
- 2. Changement de libellé : Modifier le libellé « Effets sublétaux sur les poissons » pour combiner ce nœud de pression avec le paramètre ultime « Mort du poisson » à « Effets sublétaux ou mortalité » comme paramètre ultime commun dans les diagrammes de séquence des effets.
 - Des effets sublétaux et létaux sont possibles selon le niveau d'exposition et la tolérance de l'espèce. Pour cette ébauche, ce changement de libellé nécessite de combiner le nœud de pression (effets sublétaux sur les poissons) avec le paramètre ultime (mortalité de poissons). Voir la justification supplémentaire sous le changement n° 17 pour les projets terrestres.
- 3. Changement de libellé : Changer le libellé du nœud de pression de « Blessures physiques du poisson » à « Blessures physiques ou stress du poisson ».
 - En plus des blessures physiques, les poissons peuvent également subir un stress physiologique en réaction aux effets des détonations. De plus, chez les mammifères, la détonation peut causer des blessures aux structures auditives qui ne se régénèrent pas.
- 4. Nouvelle liaison : « Détonation dans l'eau ou près de l'eau » -> « Variation instantanée de la pression » -> (NOUVEAU) « Modification des schémas de migration/accès à l'habitat » -> « Dégradation directe ou indirecte possible... ».
 - L'effet d'un changement instantané de pression est que les poissons évitent la zone ou changent leur comportement, ce qui pourrait réduire leur accès à l'habitat.
- 5. Changement de libellé : Remplacer «Émission de particules à grande vitesse » par « Mouvement rapide de l'eau et des particules solides ».
 - La détonation d'un explosif sous l'eau produit une onde de choc qui non seulement crée un changement instantané de pression (déjà reflété sur le diagramme et décrit dans Brownscombe et Smokorowski 2021), mais génère également une onde d'énergie acoustique, causant une brève compression de l'eau suivie d'une décompression. Cette onde sonore se déplace longitudinalement dans l'eau et le substrat, non comme une pression continue, mais par une alternance de compression et de décompression. Ainsi, les particules d'eau et les solides transfèrent à très grande vitesse l'énergie acoustique loin des sources de la détonation, mais le mouvement des particules d'eau est ressenti sur une distance plus grande que celui des particules solides avant que les deux se dissipent. Cela peut provoquer des vibrations intenses du substrat qui peuvent causer des blessures et la mortalité chez les poissons, en particulier pour les œufs de poisson situés dans le substrat. Le mouvement de l'onde de pression sonore causé par le transfert d'énergie entre les molécules d'eau en mouvement cause des lésions physiques et auditives aux structures auditives et le risque est corrélé avec la distance du récepteur par rapport à la source. Les blessures auditives chez les mammifères causent une perte auditive temporaire et permanente propre à la fréquence des sons.
- 6. Nouvelle liaison : « Émission de particules à grande vitesse » -> « Modification de la structure et du couvert de l'habitat » (NOUVEAU POINT D'EXTRÉMITÉ).
 - Le mouvement des solides, y compris le substrat, peut modifier la structure et la couverture disponibles pour les poissons, de sorte qu'une liaison directe est justifiée.

Région de la capitale nationale

7. Nouvelle liaison : « Détonation dans l'eau ou près de l'eau » -> « Perturbation du substrat » -> « Remise en suspension de sédiment » -> (NOUVEAU) « Dépôt de substances nocives/sédiments ».
 - Le dynamitage perturbe souvent les sédiments, ce qui peut libérer les substances nocives qu'ils contiennent, comme les métaux lourds. Ainsi, ce mécanisme n'ajouterait pas de nouvelles substances nocives, mais perturberait plutôt les sédiments existants qui se trouvent dans le substrat. Il faut donc ajouter une liaison entre la remise en suspension des sédiments et le « dépôt de substances nocives ».
8. Nouvelle liaison : « Détonation dans l'eau ou près de l'eau » -> « Perturbation du substrat » -> « Remise en suspension de sédiment » -> « Sédimentation de l'habitat du poisson » -> (NOUVEAU) « Effets sublétaux ou mortalité ».
 - La sédimentation de l'habitat du poisson peut causer la mortalité directe du poisson en privant les œufs ou les larves d'oxygène. Elle peut également avoir des effets sublétaux sur le poisson. Il faut ajouter cette liaison.
9. Nouvelle liaison : « Perturbation du substrat » -> « Modification de la structure ou du couvert de l'habitat ».
 - Un changement de la structure physique et de la couverture peut être causé par les vibrations du sol et la perturbation du substrat, ce qui justifie une liaison directe.
10. Changement de libellé : Remplacer « Impulsion d'énergie sonore » par « Bruit impulsif ».
 - Les ouvrages, entreprises et activités doivent être reliés à leurs conséquences, qui sont associées au type de son produit, ainsi qu'à la dose reçue et à la durée d'exposition. Il est important de faire la distinction entre un « bruit impulsif » et un « bruit continu » (voir les définitions et de plus amples détails à l'annexe 1).
11. Nouvelle liaison : Relier « Détonation dans ou près de l'eau » -> « Bruit impulsif ».
 - Il y a deux effets différents à considérer, l'onde de choc physique avec le souffle initial, puis les ondes de pression sonore à mesure que le son se déplace dans l'eau; tous deux peuvent causer des blessures physiques et auditives. Le risque dépend de la distance (les ondes sonores se déplacent plus loin que les ondes de choc) et de la co-modulation des différentes ondes. Le son produit par la détonation est une impulsion et il faut donc ajouter une liaison vers le bruit impulsif.
12. Supprimer le paramètre ultime: « Changement ou perte du passage du poisson » en tant que nœud, en établissant une liaison directe entre « Modification des schémas de migration/accès à l'habitat » -> « Dégradation directe ou indirecte possible ».
 - Cette liaison n'est pas seulement reliée au passage, c'est plutôt l'utilisation même de l'habitat qui est importante. Le bruit peut avoir des effets importants sur le comportement des mammifères, comme une modification du cap directionnel et de la fréquence à laquelle ils remontent à la surface, des modifications des voies de migration et l'exclusion d'un habitat important. Il est proposé de supprimer « Changement ou perte du passage du poisson » et de relier directement « Modification des habitudes migratoires (comportement d'évitement) » à « Dégradation directe ou indirecte possible ».
13. Changement de libellé : Remplacer le libellé « Introduction de bruit sous-marin » par « Dégagement d'énergie acoustique dans l'eau (son) ».

Région de la capitale nationale

- Le nouveau libellé est plus correct sur le plan technique en ce qui concerne l'utilisation du mot subjectif « bruit ». Ce nœud de pression mènerait alors à deux types de bruits (impulsifs et continus) en raison des différentes mesures d'atténuation requises pour chacun d'eux (nouvelles liaisons décrites précisément ci-après).
14. Nouveau nœud de pression et nouvelle liaison : « Dégagement d'énergie acoustique (son) » -> « Bruit continu » (NOUVEAU) -> « Changements comportementaux » ->
- Les sources sonores continues (p. ex. le vibrobattage de pieux, le dragage, le forage, la vibrodensification des sols et le transport maritime) ne présentent pas de changements brusques des niveaux de pression acoustique et peuvent être des sources stationnaires et non stationnaires qui produisent des niveaux modérés de pression/d'amplitude du son, généralement de plus longue durée. Les bruits continus peuvent avoir des conséquences sur l'efficacité de la communication et de la quête de nourriture, peuvent modifier l'habitat qui se caractérise par sa qualité acoustique, peuvent déplacer des organismes d'habitats importants et peuvent nuire aux comportements du groupe.
15. Nouveau nœud de pression : « Introduction de bruit sous-marin » -> « Bruit continu » -> « Blessures physiques des poissons » ->
- Les bruits continus peuvent causer des blessures auditives à proximité (particulièrement le dragage, le vibrobattage de pieux et le forage), mais leurs pressions acoustiques sont généralement de source inférieure et ils sont moins susceptibles de causer des dommages physiques que les bruits impulsifs. Les bruits continus peuvent avoir des effets physiologiques comme le stress, le masquage auditif et le masquage des signaux.
16. Nouvelle liaison : « Introduction de bruit sous-marin » -> « Bruit impulsif » -> « Blessures physiques ou stress du poisson » -> « Effets sublétaux ou mortalité ».
- Les bruits impulsifs peuvent causer des blessures physiques (p. ex. des ruptures de membrane) et auditives aux oreilles moyennes et internes des mammifères, causant une perte auditive temporaire et permanente propre à la fréquence du son. Ces deux effets peuvent accroître la mortalité en raison de la perte de la capacité de quête de nourriture ou du risque accru de prédation et de la perte des capacités d'orientation. Le risque de blessures résultant des bruits continus est faible, mais le bruit impulsif présente un risque élevé.
17. Nouvelle liaison : « Changements comportementaux » -> « Effets sublétaux ou mortalité ».
- Les effets du bruit sur le comportement sont pertinents dans divers contextes, notamment la migration des poissons, que le passage des poissons soit en cause ou non; la navigation dans des contextes de déplacement en dehors des définitions traditionnelles de la migration; ainsi que d'autres processus liés à la valeur adaptative comme l'alimentation, l'évitement des prédateurs ou le développement larvaire.
18. Changement de libellé : Remplacer « Modification des communications entre les mammifères marins » par « Dégradation des communications et de la capacité de se déplacer ».
- Le bruit sous-marin peut nuire à la communication et à la navigation de nombreuses espèces marines, y compris les poissons et les invertébrés.
19. Nouveaux nœuds de pression et nouvelles liaisons : « Introduction de bruit sous-marin » -> « Bruit continu » -> « Masquage acoustique » (NOUVEAU) -> « Dégradation des

Région de la capitale nationale

communications et de la capacité de se déplacer » (NOUVEAU) -> « Changements comportementaux ».

- Lorsque la capacité d'un animal à percevoir un son (c.-à-d. un signal) est influencée par la présence d'un autre son (p. ex. bruit anthropique), la communication et la navigation peuvent être dégradées, ce qui peut entraîner des changements comportementaux (p. ex. quête de nourriture ou évitement des prédateurs moins efficace). Voir la définition de « masquage acoustique » à l'annexe 1.

20. Nouvelle liaison : « Introduction de bruit sous-marin » -> « Bruit impulsif » -> « Masquage acoustique » -> « Dégradation des communications et de la capacité de se déplacer » -> « Changements comportementaux ».

- Le bruit continu et le bruit impulsif peuvent nuire à la capacité d'un animal de percevoir les sons et modifier sa capacité de communiquer et de naviguer, ce qui peut entraîner des changements comportementaux (p. ex. quête de nourriture ou évitement des prédateurs).

21. Supprimer le nœud de pression : « Modification ou perte de superficie mouillée ».

- Peu de preuves scientifiques démontrent que le bruit sous-marin entraîne un changement ou une perte de la zone mouillée. Le son a un effet sur l'accès à l'habitat (comportement d'évitement), qui est déjà un nœud de pression sur ce diagramme.

22. Supprimer le nœud de pression : « Libération d'air comprimé » (SUPPRIMER).

- Il est recommandé de supprimer ce nœud de pression « Libération d'air comprimé », car il s'agit d'un type particulier de bruit impulsif (intermittent).

23. Nouveau nœud et nouvelles liaisons : « Installation de matériaux/structures dans l'eau » -> (NOUVEAU) « Production de champs électromagnétiques » -> « Modification des régimes de migration/accès à l'habitat » -> « Effets sublétaux ou mortalité ». Ajouter également une liaison directe à partir de « Production de champs électromagnétiques » (NOUVEAU) -> « Effets sublétaux ou mortalité ».

- Les champs électromagnétiques (CEM) sont une pression de plus en plus importante, en particulier dans les milieux marins en raison du développement accru de projets d'énergie éolienne extracôtiers et des câbles d'alimentation correspondants. Les effets de ces câbles sont diversifiés, mais la plupart des conséquences sont prises en compte dans les séquences existantes (voir plus de détails dans Brownscombe et Smokorowski 2021). Bien que les effets des CEM ne soient pas bien étudiés, il y a suffisamment de données probantes pour appuyer l'inclusion de ce nœud de pression, avec des liaisons vers les habitudes de migration/l'accès à l'habitat, ainsi que les effets sublétaux ou la mortalité.

Diagramme de séquence des effets 3 : OEAs en milieu aquatique

Pour le diagramme de séquence des effets pour les OEAs en milieu aquatique, 31 changements proposés ont été discutés; 25 ont été acceptés comme recommandations de modification dans la version finale du diagramme de séquence des effets pour les OEAs en milieu aquatique. Ces 25 changements sont indiqués ici, mis en évidence sur la figure 6 et étayés de façon plus approfondie dans Brownscombe et Smokorowski (2021).

Région de la capitale nationale

1. Changement de libellé : Changer le libellé du nœud de pression de « Écrasement d'espèces non mobiles » en « Piétinement d'espèces et de stades biologiques moins mobiles ».
 - Bien qu'il n'en existe pas de preuve directe pour l'utilisation d'engins dans l'eau, les espèces moins mobiles sont probablement plus vulnérables à ces conséquences en général. Cela peut inclure des espèces qui ne réussissent pas à éviter le piétinement pour diverses raisons. Par exemple, des espèces comme celles des familles des gobiidés (gobies) et des cottidés (chabots) ont des tendances comportementales qui les poussent à se cacher dans les espaces interstitiels, ce qui peut accroître leur vulnérabilité à la mortalité causée par le piétinement. Malgré la pénurie générale de données probantes sur cette question, il serait logique de remplacer les espèces et stades biologiques « non mobiles » par « moins mobiles ».
2. Nouvelle liaison : « Utilisation de machinerie dans l'eau » -> « Perturbation du substrat ».
 - Dans l'ensemble, l'utilisation d'engins dans l'eau est très susceptible de perturber les sédiments, et devrait être ajoutée en tant que liaison.
3. Nouvelle liaison : « Utilisation de machinerie dans l'eau » -> « Voir le diagramme de séquence des effets pour les OEAs produisant du bruit et de l'énergie ».
 - Étant donné que le fonctionnement des engins peut entraîner l'évitement comportemental de la zone par les poissons en raison du bruit, cette séquence est couverte dans le diagramme de séquence des effets pour les OEAs produisant du bruit et de l'énergie.
4. Supprimer la liaison : Supprimer les ouvrages, entreprises et activités-> « Voir le diagramme de séquence des effets pour les OEAs produisant du bruit et de l'énergie ».
 - Le lien vers le diagramme de séquence des effets pour les OEAs produisant du bruit et de l'énergie est maintenant couvert dans le nœud de pression plus direct « Utilisation d'engins dans l'eau », de sorte que la liaison de niveau supérieur n'est plus nécessaire.
5. Nouvelle liaison : « Colmatage d'espaces interstitiels » -> « Diminution de l'approvisionnement en nourriture ».
 - Les espaces interstitiels fournissent une diversité d'habitats à un large éventail de biotes, des biofilms (c.-à-d. les bactéries attachées, le plancton, etc.) aux invertébrés et aux poissons; cette liaison a donc été jugée suffisamment fondamentale pour figurer comme une séquence sur le diagramme.
6. Changement de libellé : Supprimer le mot « herbicides » pour que la séquence se lise comme suit : « Utilisation de machinerie dans l'eau » -> « Introduction d'huiles, de graisses, de carburants et d'autres substances nocives ».
 - Dans ce cas-ci, l'introduction de substances nocives provient de l'utilisation d'engins dans l'eau et l'inclusion du mot « herbicides » ne convient pas ici.
7. Nouvelle liaison : « Diminution de la qualité de l'eau » -> « Diminution de l'approvisionnement en nourriture ».
 - Étant donné qu'une baisse de la qualité de l'eau peut entraîner directement une diminution importante de la nourriture disponible, cette liaison a été jugée suffisamment fondamentale pour figurer comme une séquence sur le diagramme.

Région de la capitale nationale

8. Nouvelle liaison : « Modification de la morphologie du chenal ou du littoral » -> « Restriction ou expansion de l'écoulement/des courants côtiers » -> (NOUVEAU) « Changement ou perte de la zone mouillée ».
 - Il a été démontré que le retrait de matériaux des réseaux lotiques (ruisseaux et rivières) réduit la zone mouillée dans son ensemble, ce qui produit une morphologie de chenal plus étroite et des débits et niveaux d'eau plus élevés. Il faut donc ajouter une liaison directe partant de la restriction ou de l'expansion du débit vers le changement ou la perte de la zone mouillée.
9. Nouvelle liaison : « Modification de la morphologie du chenal ou du littoral » -> « Modification ou perte de la structure ou de la couverture de l'habitat » -> « Dégradation directe ou indirecte possible... ».
 - La modification de la morphologie du chenal ou de la morphométrie des rives aura une incidence directe sur la structure de l'habitat et la couverture disponibles pour les poissons, et un lien direct est donc justifié.
10. Nouvelle liaison : « Enlèvement de matériaux (y compris des matières organiques)/structures » -> « Échouement » -> « Effets sublétaux ou mortalité ».
 - Le retrait de structures comme des barrages et des déversoirs peut entraîner l'échouement de poissons et d'invertébrés en amont du retrait. Il faut donc ajouter l'échouement en tant que nœud de pression dans cette séquence en le reliant avec les effets sublétaux ou la mortalité.
11. Nouvelle liaison : « Enlèvement de matériaux (y compris des matières organiques)/structures » -> « Entraînement des poissons » -> « Effets sublétaux ou mortalité »
 - L'entraînement de poissons créé par des activités telles que le dragage a été documenté, ce qui justifie une liaison de « Enlèvement de matériaux » -> « Entraînement des poissons ».
12. Nouvelle liaison : « Enlèvement de matériaux (y compris des matières organiques)/structures » -> « Voir séquence des espèces aquatiques envahissantes (à déterminer) ».
 - Le retrait de structures peut permettre l'accès à des espèces envahissantes. Par exemple, après le retrait du barrage d'Oak Street au Wisconsin, l'alpiste roseau (*Phalaris arundinaceae*), une espèce envahissante, a rapidement supplanté les plantes indigènes dans les sédiments terrestres récemment disponibles. Des chercheurs modélisent la propagation des espèces envahissantes en prévision d'un accès accru à l'habitat en amont. Il s'ensuit que la séquence pour les retraits comprend un nœud pour reconnaître le potentiel d'expansion de l'aire de répartition des espèces envahissantes. Étant donné que la création d'un nouveau diagramme de séquence des effets des espèces aquatiques envahissantes est en cours, il est recommandé de se reporter à ce nouveau diagramme pour refléter le risque potentiel lié au retrait de structures.
13. Les changements n° 13 à 16 font tous référence à un nouveau tracé des liaisons reliant la perturbation du substrat à la remise en suspension des contaminants et des sédiments, parce qu'une « Baisse de la qualité de l'eau » se produit au moment de la remise en suspension et avant le dépôt des substances en question. Plus précisément, comme suit :

Région de la capitale nationale

- Réorganiser les liaisons : « Remise en suspension des contaminants » -> « Diminution de la qualité de l'eau » -> « Dépôt de substances nocives/sédiments » -> « Contamination de l'habitat du poisson (NOUVEAU NŒUD DE PRESSION) » -> « Dégradation directe ou indirecte possible ».
14. Réorganiser les liaisons : « Remise en suspension de sédiments » -> « Diminution de la qualité de l'eau » -> « Dépôt de substances nocives/sédiments » -> « Contamination de l'habitat du poisson (NOUVEAU NŒUD DE PRESSION) » -> « Dégradation directe ou indirecte possible ».
15. Réorganiser les liaisons : « Remise en suspension de sédiments » -> « Sédimentation de l'habitat du poisson ».
16. Réorganiser les liaisons : « Introduction d'huiles, de graisse, de carburants et d'autres substances nocives » -> « Diminution de la qualité de l'eau » -> « Dépôt de substances nocives/sédiments » -> « Contamination de l'habitat du poisson (NOUVEAU NŒUD DE PRESSION) » -> « Dégradation directe ou indirecte possible ».
17. Changement de libellé : Remplacer le libellé du nœud de pression « Mort du poisson » en « Effets sublétaux ou mortalité ».
- Voir la justification sous le changement n° 17 pour les projets terrestres.
18. Nouvelle liaison : « Mise en place de matériaux/structures dans l'eau » -> « Diminution de la qualité de l'eau ».
- La qualité de l'eau peut baisser en raison de la lixiviation de substances nocives directement à partir des matériaux placés dans l'eau (p. ex. béton non durci).
19. Nouvelle liaison : « Mise en place de matériaux/structures dans l'eau » -> « Sédimentation de l'habitat du poisson ».
- L'installation d'une grande variété de matériaux peut entraîner la sédimentation de l'habitat du poisson par des mécanismes qui vont au-delà des modifications des régimes de débit ce qui justifie une liaison de haut niveau entre l'installation des matériaux et la sédimentation de l'habitat du poisson.
20. Nouvelle liaison : « Mise en place de matériaux/structures dans l'eau » -> « Voir le diagramme de séquence des effets pour les OEAs qui modifient le débit de l'eau ».
- L'échouement des poissons et d'autres conséquences peuvent résulter des changements de la morphologie du chenal, de la zone mouillée ou du débit (en particulier sous les barrages qui effectuent des lâchés d'eau liés à la demande de pointe), mais la liaison concerne davantage l'exploitation du barrage que l'ajout de la structure du barrage en tant que telle, ce qui justifie une liaison de niveau supérieur pour couvrir divers types de « matériaux et structures » placés dans l'eau.
21. Nouvelle liaison : « Enlèvement de la végétation aquatique » -> « Changement ou perte de la structure ou de la couverture de l'habitat ».
- La végétation aquatique sert directement de source de structure et de couverture pour de nombreux poissons, et le lien direct est donc justifié.
22. Supprimer des nœuds de pression : supprimer « Perte de végétation aquatique » (SUPPRIMER) -> « Diminution des apports en nutriments » (SUPPRIMER) -> « Diminution de la concentration des nutriments » (SUPPRIMER) -> « Diminution de la productivité

Région de la capitale nationale

primaire » dans cette séquence. Relier plutôt « Enlèvement de la végétation aquatique » -> « Diminution de la productivité primaire » -> « Dégradation directe ou indirecte possible... ».

- Les nœuds de pression supplémentaires indiqués dans cette chaîne représentent un niveau de détail accru des mécanismes qui ne correspond pas à celui qui est inclus dans les autres séquences.

23. Nouvelle liaison : « Enlèvement de la végétation aquatique » -> « Diminution de l'approvisionnement en nourriture ».

- La végétation aquatique est une source de nourriture directe pour certaines espèces de poissons et pour des producteurs secondaires (p. ex. les invertébrés) qui sont consommés par les poissons, et une liaison directe est donc justifiée.

24. Nouvelle liaison : « Enlèvement de la végétation aquatique » -> « Voir séquence des espèces aquatiques envahissantes (à déterminer) ».

- Certaines espèces aquatiques envahissantes ont de la difficulté à s'établir si la végétation ou les espèces indigènes sont abondantes, mais le retrait de celles-ci peut offrir la possibilité (niche vide) aux espèces envahissantes de s'établir et de prospérer.

25. Nouvelle liaison : « Mise en place de matériaux/structures dans l'eau » -> « Étouffement du lit/de plancher océanique ».

- À l'heure actuelle, « Étouffement du lit/de plancher océanique » est inclus au début d'une séquence de pression indépendante, mais il se produit principalement en raison de l'installation de matériaux/structures dans l'eau, et devrait donc être inclus comme une composante de cette séquence de pression.

Diagramme de séquence des effets 4 : OEAs qui modifient le débit de l'eau

Pour le diagramme de séquence des effets pour les OEAs qui modifient le débit de l'eau, 30 changements proposés ont été discutés; 25 ont été acceptés comme recommandations de modification dans la version finale du diagramme de séquence des effets pour les OEAs qui modifient le débit de l'eau. Ces 25 changements sont indiqués ici, mis en évidence sur la figure 7 et étayés de façon plus approfondie dans Brownscombe et Smokorowski (2021).

1. Changement de libellé : Changer le libellé du nœud de pression « Transfert d'espèces entre bassins » en « Transfert/risque accru d'espèces entre bassins d'espèces envahissantes » -> Voir « Voie d'entrée d'espèces aquatiques envahissantes (à déterminer) ».

- La dérivation de l'eau peut relier des écosystèmes aquatiques auparavant séparés, ce qui a été documenté comme permettant des invasions par des espèces (espèces animales, végétales et pathogènes). De plus, la dérivation de l'eau entraîne souvent une modification des conditions dans les deux réseaux hydrographiques touchés, ce qui crée des possibilités d'établissement pour les espèces introduites ou envahissantes. Cette séquence est bien étayée, mais le changement de libellé est recommandé, car elle ne se limite pas au transfert d'espèces d'un bassin à l'autre.

2. Changement de libellé : Remplacer le libellé du nœud de pression « Mort du poisson » en « Effets sublétaux ou mortalité ».

- Voir la justification sous le changement n° 17 pour les projets terrestres.

3. Nouvelle liaison : « Détournement de l'eau » -> « Modification de la température de l'eau ».

Région de la capitale nationale

- Les dérivations de l'eau peuvent modifier la température du tronçon de dérivation et du plan d'eau récepteur, et le sens du changement dépend des différences de température entre les deux et du volume du transfert par rapport aux deux réseaux hydrographiques touchés.
- 4. Nouvelle liaison : « Détournement de l'eau » -> « Modification du niveau et du débit de l'eau (changement de l'hydraulique) y compris les retenues d'eau ».
 - Cette liaison directe est justifiée puisque les dérivations de l'eau influencent directement le débit ou le niveau des plans d'eau, détourné et récepteur.
- 5. Supprimer la liaison : « Détournement de l'eau » -> « Déplacement ou échouement de poissons » -> « Mortalité de poissons ».
 - Avec la liaison explicite maintenant entre « Dérivation de l'eau » -> « Modification du niveau/débit de l'eau » et les liaisons subséquentes vers l'échouement et la mortalité sur le côté droit du diagramme, cette liaison n'est plus nécessaire une deuxième fois sur la gauche du diagramme.
- 6. Changement de libellé : Changer le libellé du nœud de pression de « Augmentation de la température de l'eau » en « Modification de la température de l'eau ».
 - Voir la justification sous le changement n° 4 concernant les effets sur le débit de base pour les projets terrestres. Pour la nouvelle liaison (modification du débit n° 3), les dérivations de l'eau peuvent comprendre le mélange de l'eau déviée et de l'eau réceptrice avec une gamme de différences de température; l'expression « Modification de la température de l'eau » est donc plus appropriée.
- 7. Nouvelle liaison : « Diminution du débit de base » -> « Modification de l'approvisionnement en nourriture ».
 - Voir la justification sous le changement n° 8 pour les projets terrestres.
- 8. Nouvelle liaison : « Modification de la température de l'eau » -> « Effets sublétaux ou mortalité ».
 - La température de l'eau est un facteur principal de l'énergie des poissons et influe donc sur le métabolisme, la croissance et la reproduction; tout changement de la température de l'eau peut entraîner des effets sublétaux sur les poissons. Les changements de la température ambiante de l'eau peuvent provoquer directement la mortalité des poissons lorsque les températures résultantes sont en dehors des limites de la tolérance thermique d'un poisson.
- 9. Nouvelle liaison : « Sédimentation de l'habitat du poisson » -> « Effets sublétaux ou mortalité ».
 - Voir la justification sous le changement n° 18 pour les projets terrestres.
- 10. Supprimer la liaison : « Modification de l'approvisionnement en nourriture » -> « Changement ou perte de la structure et du couvert de l'habitat ».
 - Bien que la modification de la composition du substrat puisse entraîner une modification de la nourriture disponible et une modification ou une perte de la structure et de la couverture de l'habitat, rien ne permet de croire à une relation de cause à effet entre une modification de la nourriture disponible et une modification ou une perte de la structure et de la couverture de l'habitat.

Région de la capitale nationale

11. Changement de libellé : Remplacer « Affouillement du lit du chenal/érosion des berges » par « Affouillement du lit du chenal et érosion des berges/du littoral ».
 - Le libellé original convenait mieux aux systèmes lotiques, mais l'affouillement et l'érosion peuvent également se produire sur les rives des lacs et le littoral marin, ce qui justifie un changement de libellé.
12. Nouvelle liaison : « Affouillement du lit du chenal et érosion des berges/du littoral » -> « Sédimentation de l'habitat du poisson ».
 - L'affouillement du lit du chenal ou l'érosion de la berge mobilise les sédiments fins, qui pourraient donc se déposer en aval et entraîner la sédimentation de l'habitat du poisson.
13. Nouveau nœud de pression et nouvelles liaisons : « Modification du niveau/débit de l'eau » -> (NOUVEAU) « Modification des apports de sédiments » -> « Changement de la morphologie du chenal ou de la morphométrie des rives ».
 - Les sédiments eux-mêmes ne nuisent pas toujours aux réseaux aquatiques étant donné qu'un apport de sédiments est nécessaire pour maintenir l'équilibre des chenaux, maintenir l'habitat et éviter les tronçons de rivière « pauvres » en sédiments. Par conséquent, les changements du taux d'apport de sédiments dans les deux sens pourraient devenir un problème.
14. Nouvelle liaison : « Modification de la morphologie du chenal ou du littoral » -> « Changement ou perte de la structure et du couvert de l'habitat ».
 - Les changements de la forme du chenal ou du rivage modifient directement la structure et la couverture de l'habitat des poissons, ce qui justifie cette liaison.
15. Supprimer la liaison : Supprimer « Modification des débits d'attraction/des obstacles à l'écoulement » de façon à obtenir la séquence suivante : « Modification du niveau et du débit de l'eau (changement de l'hydraulique) y compris les retenues d'eau » -> « Modification des habitudes de migration et de l'accès à l'habitat » -> « Changement ou perte du passage du poisson ».
 - « Attraction » est l'un des mécanismes à l'origine des conséquences de la modification du niveau d'eau et du débit sur le passage du poisson; c'est pourquoi le nœud de pression a été jugé redondant. Le flux d'attraction est un élément important du passage (p. ex. la motivation de la migration), et ce mécanisme est mis en évidence dans Brownscombe et Smokorowski (2021).
16. Nouvelle liaison : « Modification des schémas de migration et de l'accès à l'habitat » -> « Effets sublétaux ou mortalité ».
 - À l'heure actuelle, cette liaison se fait par « Changement ou perte du passage du poisson », ce qui est exact. Toutefois, il existe diverses façons, indépendamment du passage du poisson, par lesquelles la modification du succès de la migration ou de l'accès aux habitats peut entraver des processus vitaux essentiels comme la fraie ou la quête de nourriture, ce qui peut réduire la valeur adaptative biologique en causant une mortalité directe ou une réduction de la croissance et du résultat ou du succès de la reproduction.
17. Supprimer « Changement des éléments déclencheurs thermiques ou des obstacles liés à la température », en reliant directement « Déplacement ou échouement de poissons » -> « Effets sublétaux et/ou mortalité des poissons ».

Région de la capitale nationale

- La liaison entre le déplacement de poissons et les conséquences liées à des changements de la température sur l'accès à l'habitat n'est pas bien étayée dans la documentation. Les poissons peuvent se trouver déplacés ou échoués pour différentes raisons lorsque les niveaux ou les débits d'eau changent (p. ex. la vitesse de changement du débit, les espèces de poissons ou le stade biologique, la morphologie du chenal, l'heure du jour, la saison). Les effets sur les poissons piégés dans des fosses isolés ou sur un substrat sec peuvent être sublétaux (p. ex. stress thermique) ou létaux (p. ex. prédation par les oiseaux ou dessiccation). Une liaison directe entre le déplacement ou l'échouement des poissons et des effets sublétaux ou la mortalité est plus précise et plus large.
18. Nouvelle liaison : « Changement de la température de l'eau » -> « Effets sublétaux ou mortalité ».
- Comme pour le changement des débits/niveaux n° 8 ci-dessus, cette liaison directe devrait être établie du côté droit du diagramme.
19. Suppression du nœud de pression : Supprimer « Charge thermique ».
- Redondant avec « Changement de la température de l'eau ».
20. Suppression du nœud de pression : Supprimer « Diminution de l'oxygène dissous ».
- C'est le seul endroit dans tous les diagrammes de séquence des effets où l'oxygène dissous est inclus séparément de la qualité de l'eau, mais la qualité de l'eau englobe nécessairement l'oxygène dissous. Ce nœud de pression est donc redondant, sachant que l'oxygène dissous est inclus dans le nœud de pression de la qualité de l'eau.
21. Suppression du nœud de pression : Supprimer « Charge en éléments nutritifs ».
- Redondant avec « Augmentation des éléments nutritifs ».
22. Nouvelle liaison : « Diminution de la quantité de l'eau » -> « Effets sublétaux ou mortalité ».
- En plus des éléments nutritifs, les eaux usées contiennent couramment une grande variété de substances qui peuvent être nocives pour la santé des poissons. Ces produits chimiques peuvent avoir divers effets, y compris une réduction du succès de la reproduction. Il existe une solide base justificative pour établir un lien entre la baisse de la qualité de l'eau et la mortalité des poissons et les effets sublétaux.
23. Nouvelle liaison : « Introduction d'eaux usées » -> « Modification du niveau et du débit de l'eau (changement de l'hydraulique) incluant les réservoirs ».
- L'introduction d'eaux usées peut avoir une incidence sur la quantité d'eau, en particulier dans certains réseaux où il y a des exutoires d'usines municipales de traitement des eaux usées ou des égouts pluviaux municipaux, et à des périodes particulières de l'année où les débits dans les ruisseaux sont faibles.
24. Changement de libellé : Remplacer le titre de cette séquence « OEAs qui modifient le débit de l'eau » par « OEAs qui modifient les niveaux et les débits d'eau ».
- L'inclusion du mot « niveaux » dans le titre du diagramme permet de mieux décrire les changements qui surviennent dans les environnements lenticques et les milieux marins côtiers, dont certains sont reflétés dans ce diagramme de séquence des effets. Cependant, tous les grands processus lacustres et côtiers ne sont pas exprimés (p. ex. atténuation des vagues et courants de marée); par conséquent, il faudrait envisager

Région de la capitale nationale

d'élaborer un diagramme de séquence des effets distinct pour le littoral, simplifié pour traiter des conséquences des ouvrages, entreprises ou activités sur les environnements marins côtiers et les grands lacs.

25. Changement de libellé : Remplacer « Assèchement/pompage » par « Assèchement ».

- Le « pompage » est inclus dans le nœud de pression « Assèchement/pompage », mais le pompage est un ouvrage, une entreprise ou une activité. Il peut donc être déplacé vers la description plus large des ouvrages, entreprises et activités, en modifiant le nœud de pression en « Assèchement ».

Les quatre diagrammes révisés des séquence des effets

L'objectif 3 consistait à examiner si l'utilisation des diagrammes de séquence des effets en général aiderait le PPPH à atteindre ses objectifs de programme. Plus précisément, l'objectif 3 visait à déterminer si le processus d'utilisation de ces diagrammes révisés de séquence des effets permet au PPPH de déterminer les paramètres ultimes pour lesquels des mesures d'évitement et d'atténuation sont nécessaires pour réduire et gérer le risque que les projets d'ouvrage, d'entreprise ou d'activité nuisent à la capacité de l'habitat de soutenir les processus vitaux des poissons (ou entraîner la mort de poissons), de même que de déterminer les conséquences résiduelles à évaluer aux fins d'autorisation et de compensation, afin d'assurer la conservation et la protection du poisson et de son habitat.

Des discussions ont eu lieu pour évaluer si les quatre diagrammes aideront le PPPH à déterminer les paramètres ultimes pour lesquels des mesures d'évitement et d'atténuation sont nécessaires. Au cours du regroupement des séquences des effets, le PPPH a réduit les paramètres ultimes aux six qu'il gère au moyen de mesures d'atténuation : 1. Changement ou perte de zone riveraine; 2. Changement ou perte du passage du poisson; 3. Changement ou perte de la zone mouillée; 4. Sédimentation de l'habitat du poisson; 5. Modification ou perte de la structure ou de la couverture de l'habitat; et 6. Effets sublétaux ou mortalité. Les discussions ont cherché à savoir s'il y a suffisamment de paramètres ultimes pour refléter les composantes de l'habitat du poisson qui sont touchées par les pressions [et intégrer le langage utilisé au cours d'un processus d'examen scientifique tenu par le MPO (2014)] qui caractérisaient les courbes de productivité-réponse des effets des OEAs sur l'état de l'habitat du poisson. Les paramètres ultimes examinés à l'aide de la documentation pour calculer les courbes de productivité-état (dans MPO 2014) qui ne sont pas spécialement définis comme des paramètres ultimes dans les diagrammes consolidés de séquence des effets sont le changement de la concentration en éléments nutritifs, la modification de la nourriture disponible, le changement de la température, le changement du bruit et des vibrations, le changement des champs électromagnétiques, le changement de l'accès à l'habitat et le changement de l'oxygène dissous, du débit de base et de l'hydrodynamique. Toutefois, ils sont toujours inclus dans les diagrammes consolidés, car les nœuds de pression, dans le cas du bruit et des vibrations, formaient la base d'un diagramme complet de séquence des effets. Par conséquent, ils seraient toujours pris en compte lors de l'examen des projets.

Il a été déterminé que le processus d'utilisation de ces diagrammes consolidés révisés de séquence des effets facilitera l'application des mesures d'évitement et d'atténuation pour déterminer les conséquences résiduelles, et donc que l'objectif 3 a été atteint, avec quelques mises en garde. Plus précisément, ces séquences des effets doivent être utilisées de manière à garantir que tous les liens possibles et tous les diagrammes de séquence des effets applicables sont consultés, y compris éventuellement d'autres éléments qui n'ont pas été révisés au cours

Région de la capitale nationale

de cet examen, le cas échéant. Il existe également des séquences pertinentes qui n'ont pas été élaborées (ou pas entièrement), mais qui s'appliquent aux examens de projets du MPO (p. ex. les espèces aquatiques envahissantes, les processus marins côtiers ou dans les grands réseaux hydrographiques). On admet que l'accent devrait être mis sur les pressions et les paramètres ultimes que le MPO peut gérer, mais il est important de continuer à s'intéresser à ceux qui ne sont pas gérés dans le cadre du processus d'examen du MPO. Une formation sur leur application uniforme et l'affichage de la documentation justificative sur le site Web accessible au public permettraient également de s'assurer que les objectifs du PPPH sont atteints au moyen des diagrammes de séquence des effets.

Sources d'incertitude

Il faut tenir compte d'un certain nombre de sources d'incertitude lorsqu'on utilise un diagramme de séquence des effets. Par exemple, ces diagrammes sont très généralisés pour les ouvrages, entreprises ou activités indiqués et peuvent donc ne pas être applicables en tout temps ou à tous les endroits. Les différences de type d'écosystème (p. ex. un petit cours d'eau par rapport à une grande rivière par rapport à un petit lac par rapport à un grand lac) ou d'emplacement (p. ex. montagne par rapport à prairie par rapport à bouclier) influenceront sur les pressions qui s'appliquent plus ou moins. De même, les différences entre l'emplacement, l'échelle et les particularités des ouvrages, entreprises ou activités influenceront sur les diagrammes de séquence des effets qui s'appliquent et sur la façon dont ils sont appliqués. Pour éviter les répétitions et accroître la traçabilité, des références sont faites entre les diagrammes; il faudra donc souvent plus d'un diagramme de séquence des effets. Les utilisateurs de ces diagrammes auront sans doute des connaissances scientifiques pertinentes et une bonne compréhension de leur application, mais l'incertitude augmentera si ces diagrammes ne sont pas utilisés de façon appropriée.

La solidité des données probantes à l'appui des pressions, des séquences et des paramètres ultimes inclus varie grandement, et chacun a été classé selon les données probantes disponibles dans Brownscombe et Smokorowski (2021). Bien que toutes les séquences incluses soient assorties d'une certaine justification, l'importance de chacune réside dans son incidence ultime sur la productivité, et ces liens finaux n'ont pas été examinés dans le cadre de ce processus.

Les gains opérationnels réalisés en simplifiant plusieurs diagrammes de séquence des effets en un moins grand nombre de diagrammes généralisables peuvent entraîner une incertitude pour les parties des diagrammes qui sont pertinentes pour un projet donné. Les sous-activités (incluses dans tous les diagrammes de séquence des effets sauf ceux pour les OEAs en milieu terrestre) visent à faciliter la détermination des parties pertinentes des diagrammes, réduisant ainsi le double emploi qui était à l'origine inclus dans les 20 diagrammes de séquence des effets propres aux activités sans perdre les liens existants. Toutefois, l'adoption d'un ensemble plus simple de cadres peut changer la façon dont les praticiens perçoivent une activité et entraîner la perte d'un certain contexte des connaissances lors de l'interprétation des conséquences des ouvrages, entreprises ou activités. La fourniture d'outils, de ressources et de formation de soutien réduirait cette incertitude.

Bien que toutes les liaisons entre les ouvrages, entreprises ou activités – pressions – paramètres ultimes soient représentées de façon linéaire dans les diagrammes, il ne faut pas oublier que leur nature ne l'est pas nécessairement (p. ex. exponentielle, sigmoïdale, polynomiale) et que cela pourrait influencer sur les paramètres ultimes et les effets résiduels

potentiels de différentes façons. De même, les interactions entre les pressions et l'environnement ne sont pas toujours connues ou reflétées dans les séquences.

CONCLUSIONS

Cet examen des diagrammes consolidés de séquence des effets a révélé que de nombreux changements sont nécessaires pour saisir pleinement les conséquences dont le MPO doit tenir compte dans l'examen d'un ouvrage, d'une entreprise ou d'une activité dans ou près de l'eau. Tous les changements proposés sont indiqués dans la section de l'analyse, mis en évidence sur les figures 4 à 7 et justifiés de manière plus détaillée dans Brownscombe et Smokorowski (2021). L'intégration des changements suggérés produira des diagrammes de séquence des effets suffisamment complets et exhaustifs, englobant les composantes principales des conséquences des ouvrages, entreprises ou activités sur le poisson et son habitat de manière à être traçables pour la prise de décisions et la communication du PPPH. Ainsi, les objectifs 1 et 2 ont été atteints.

Dans le cadre de l'objectif 3, on a conclu que le processus d'utilisation de ces diagrammes de séquence des effets révisés, s'il est appliqué de manière à garantir que tous les liens possibles et tous les diagrammes de séquence des effets applicables sont consultés, facilitera l'application des mesures d'évitement et d'atténuation et aidera à déterminer les conséquences résiduelles. Des exceptions ont été notées en ce qui concerne les processus marins ou des grands systèmes côtiers, les espèces aquatiques envahissantes et d'autres diagrammes de séquence des effets propres au développement (p. ex. le transport maritime) qui ne font pas partie des quatre diagrammes principaux examinés ici.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

Le but de cet examen était de refléter les pressions et les paramètres ultimes principaux ou les plus courants des séquences des effets qui sont gérés par le PPPH. Certaines pressions et certains paramètres ultimes potentiels ne sont pas pris en compte dans ces diagrammes. Par exemple, il existe de nombreuses preuves des conséquences majeures que les ouvrages, entreprises ou activités réalisés dans les hautes terres du bassin hydrographique de la zone riveraine (p. ex. utilisation des terres, foresterie) peuvent avoir sur les basses terres ou les plans d'eau et les cours d'eau en aval. Mais comme ces activités ne sont pas gérées par le MPO, elles ne sont incluses dans aucun de ces diagrammes. De plus, les liens finaux entre les séquences individuelles et les conséquences sur la productivité du poisson n'ont pas été examinés dans le cadre de ce processus. Dans la mesure du possible, il faut s'efforcer de documenter les conséquences des pressions sur la productivité des poissons au moyen d'une surveillance normalisée des effets des ouvrages, entreprises ou activités (et des mesures d'atténuation utilisées) afin d'améliorer en fin de compte la base des justifications pour chaque séquence.

L'utilisation de ces diagrammes de séquence des effets entraîne souvent celle de plus d'un diagramme à la fois, et plusieurs paramètres ultimes peuvent être touchés par un ouvrage, une entreprise ou une activité. Il faut également tenir compte de la façon dont ces quatre diagrammes généraux de séquence des effets se rattachent à d'autres diagrammes particuliers de séquence des effets (p. ex. transport maritime, aquaculture), le cas échéant. Toutefois, la prise en compte de plusieurs paramètres ultimes dans un ou plusieurs diagrammes de séquence des effets ne signifie pas que les effets réels de multiples agents de stress et effets cumulatifs sont intégrés. En vertu du paragraphe 34.1(1) de la *Loi sur les pêches*, il faut

Région de la capitale nationale

maintenant prendre en compte les facteurs relatifs aux effets cumulatifs dans l'examen des projets. Le MPO est en train d'élaborer des méthodes précises pour tenir compte des effets cumulatifs, et ces méthodes devront être intégrées lorsqu'elles seront disponibles.

Les séquences des effets, telles qu'elles sont présentées, impliquent des liaisons linéaires, des effets non interactifs ou égaux, et une absence générale de boucles de rétroaction. Le fait de changer ou d'ajouter la non-linéarité, des liaisons faibles ou fortes et des boucles peuvent améliorer ou atténuer les effets de ces séquences. Il ne s'agit pas ici de minimiser la valeur des diagrammes de séquence des effets, mais de formuler une mise en garde sur les éléments qui ne sont pas pris en compte et qui pourraient avoir une incidence sur les résultats, en particulier les effets cumulatifs imprévus.

Enfin, il est important de noter que la version finale de ces diagrammes de séquence des effets qui sera officiellement adoptée pour être utilisée dans le processus décisionnel du PPPH pourrait ne pas comprendre tous les changements proposés ici. C'est le PPPH qui prendra les décisions relatives à la version finale des diagrammes de séquence des effets qui sera affichée et utilisée par les décideurs et les promoteurs, en tenant compte du présent avis scientifique ainsi que d'autres facteurs réglementaires et pratiques. Comme il a été mentionné ci-dessus, la production d'un ensemble normalisé de diagrammes ne garantit pas leur utilisation normalisée; il est donc fortement recommandé d'offrir une formation sur leur utilisation standard et les documents justificatifs [y compris la base de données de la documentation mentionnée dans Brownscombe et Smokorowski (2021)].

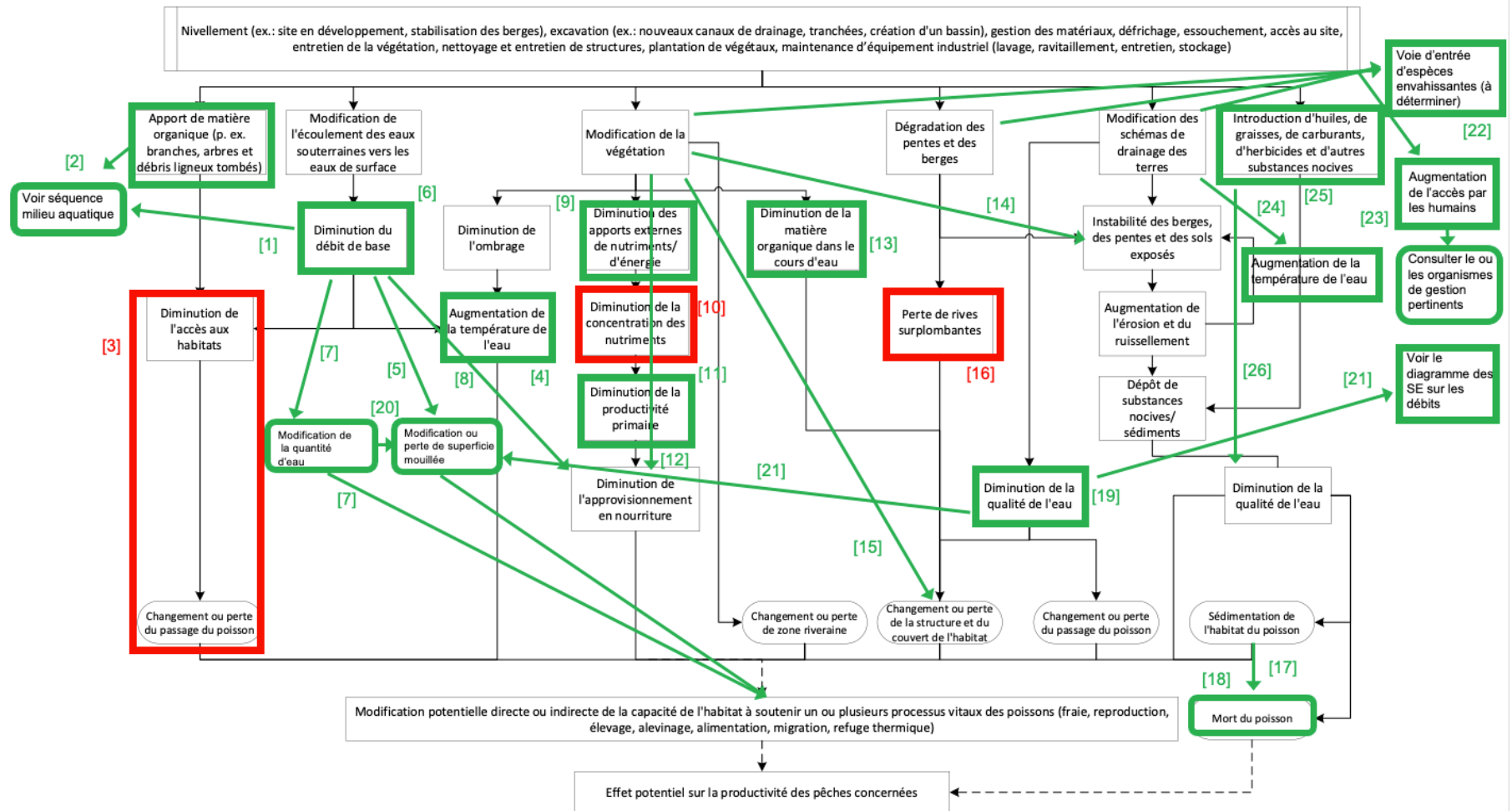


Figure 4 : Aperçu des modifications possibles à l'ébauche (septembre 2020) du diagramme de séquence des effets pour les OEAs en milieu terrestre. Les lignes supplémentaires indiquent les liaisons qui peuvent être ajoutées (en vert) ou supprimées (en rouge); les cases supplémentaires indiquent les modifications ou les ajouts aux pressions ou aux paramètres ultimes.

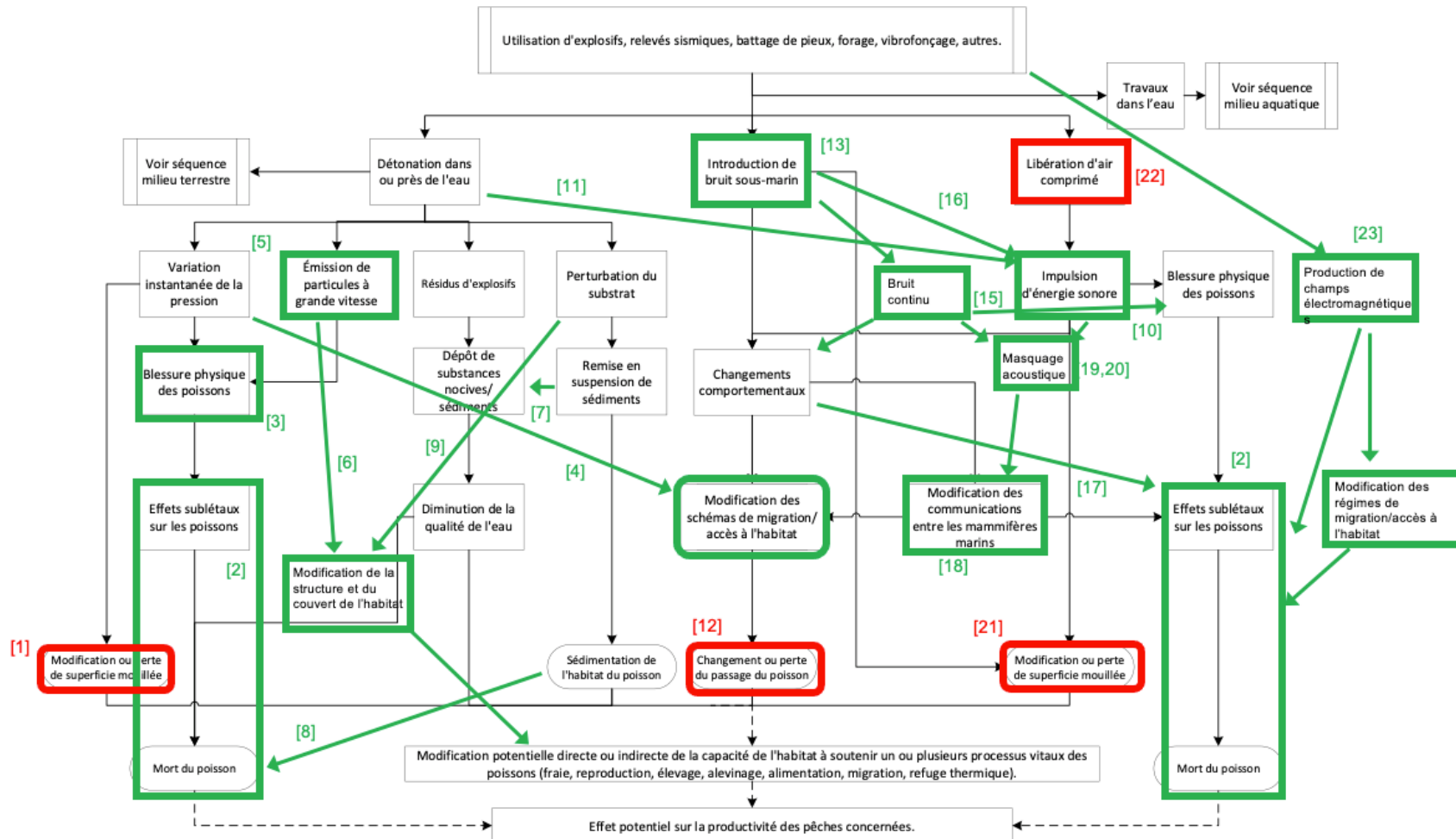


Figure 5 : Aperçu des modifications possibles à l'ébauche (septembre 2020) du diagramme de séquence des effets pour les OEAs produisant du bruit et de l'énergie. Les lignes supplémentaires indiquent les liaisons qui peuvent être ajoutées (en vert) ou supprimées (en rouge); les cases supplémentaires indiquent les modifications ou les ajouts aux pressions ou aux paramètres ultimes.

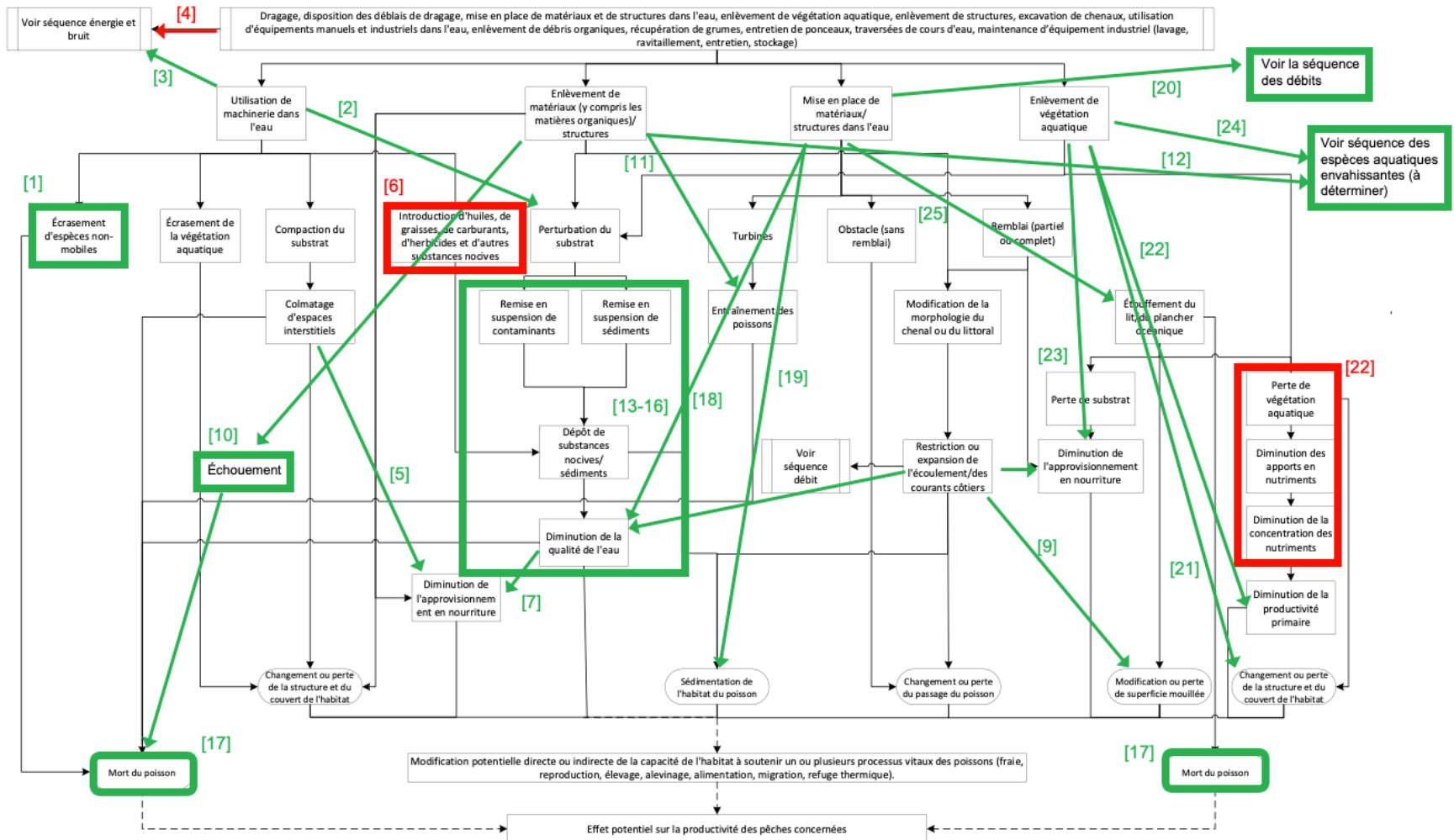


Figure 6. Aperçu des modifications possibles à l'ébauche (septembre 2020) du diagramme de séquence des effets pour les OEA en milieu aquatique. Les lignes supplémentaires indiquent les liaisons qui peuvent être ajoutées (en vert) ou supprimées (en rouge); les cases supplémentaires indiquent les modifications ou les ajouts aux pressions ou aux paramètres ultimes.

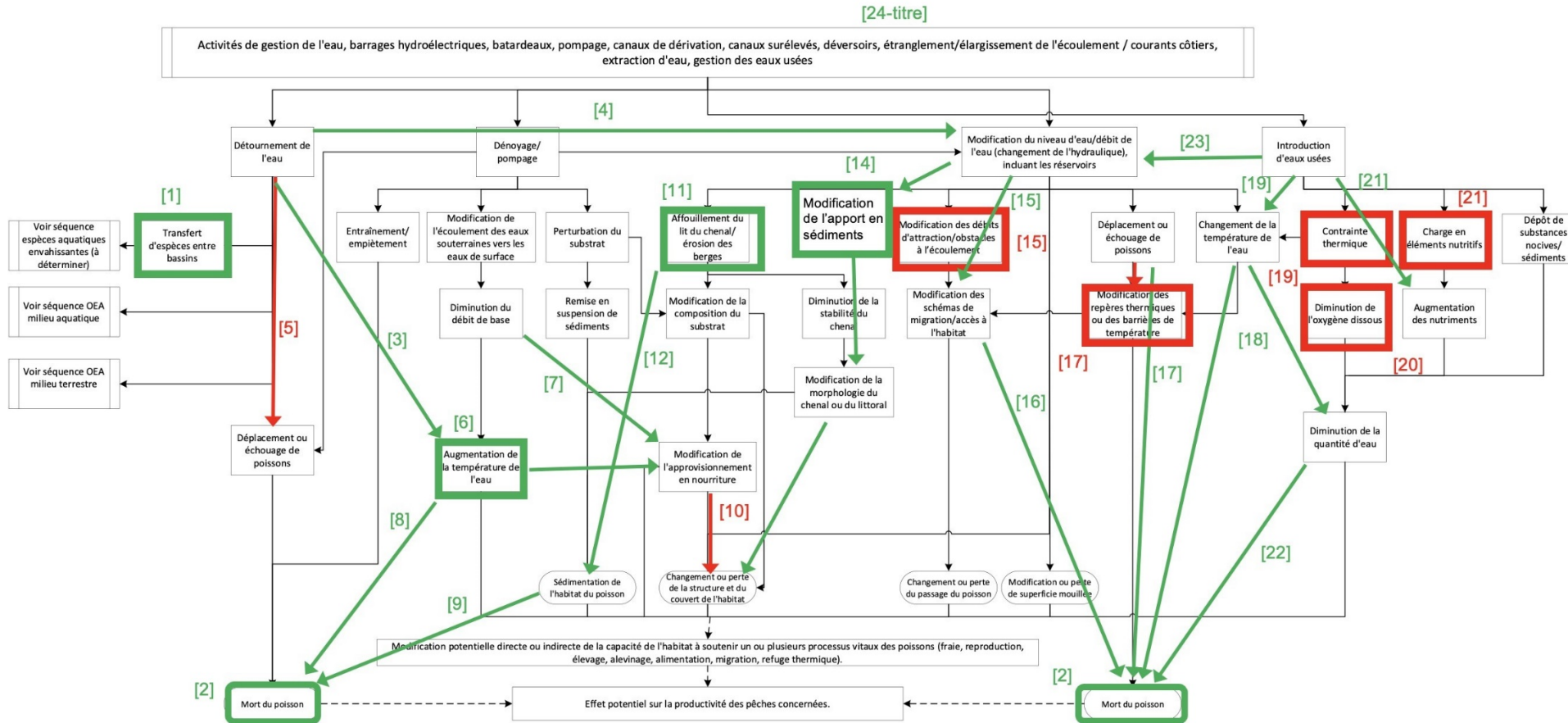


Figure 7 : Aperçu des modifications possibles à l'ébauche (septembre 2020) du diagramme de séquence des effets pour les OEAs qui modifient le débit de l'eau. Les lignes supplémentaires indiquent les liaisons qui peuvent être ajoutées (en vert) ou supprimées (en rouge); les cases supplémentaires indiquent les modifications ou les ajouts aux pressions ou aux paramètres ultimes.

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Smokorowski, Karen (Coprésidente)	MPO Science, Région de l'Ontario et des Prairies
Ponader, Karin (Coprésidente)	MPO Science, Région de la capitale nationale
Boivin, Melanie	MPO PPPH, Région de la capitale nationale
Bradford, Mike	MPO Science, Région du Pacifique
Brownscombe, Jake	MPO Science, Région de l'Ontario et des Prairies
Code, Kelly	MPO PPPH, NHQ
Clarke, Keith	MPO Science, Région de Terre-Neuve et du Labrador
Collins, Natasha	MPO PPPH, Région de Terre-Neuve et du Labrador
Enders, Eva	MPO Science, Région de l'Ontario et des Prairies
Fairley, Brad	5 Smooth Stones Consulting Inc.
Grant, Paul	MPO Science, Région de l'Ontario et des Prairies
Harper, Vince	MPO, PPPH, Région du Pacifique
Hedges, Kevin	MPO Science, Région de l'Ontario et des Prairies
Hill, Jaclyn	MPO Science, Quebec
Linnansaari, Tommi	Canadian Rivers Institute, University of New Brunswick
Lay, Megan	MPO PPPH, Région de la capitale nationale
Koops, Marten	MPO Science, Région de l'Ontario et des Prairies
Kristmanson, James	MPO Science, Région de la capitale nationale
Midwood, Jon	MPO Science, Région de l'Ontario et des Prairies
Naman, Sean	Earth to Oceans Group, Simon Fraser University
Reid, Scott	Ministère du Développement du Nord, des Mines, des Richesses naturelles et des Forêts
Savoie, Fernand	MPO, PPPH, Région de la capitale nationale
Savoie, Luc	MPO, PPPH, Région du Golfe
Scharffenberg, Kevin	MPO Science, Région de l'Ontario et des Prairies
Schweitzer, Tara	MPO PPPH, Région de l'Ontario et des Prairies
Smith, Colleen	MPO PPPH, Région des Maritimes
Tunney, Tyler	MPO Science, Région du Golfe
Warner, Lucas	Dillon Consulting Ltd.
White, Hilary (Rapporteur)	MPO Science, Région de la capitale nationale
Wong, Melisa	MPO Science, Région des Maritimes
Yurk, Harald	MPO Science, Région du Pacifique

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion sur les avis scientifiques national du 23 au 26 février 2021 avis scientifique sur la révision des diagrammes de séquences des effets à l'appui de l'évaluation des risques liés au PPPH. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

Brownscombe, J.W., Smokorowski, K.E. 2021. [Examen des diagrammes de séquence des effets \(SE\) à l'appui de l'évaluation des risques du PPPH](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/079. iv + 61 p.

MPO. 2014. [Cadre scientifique pour évaluer la réponse de la productivité des pêches à l'état des espèces ou des habitats](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2013/067.

MPO. 2018. [Projets près de l'eau: Séquences des effets](#). dernier accès le 18 mai 2021.

MPO. 2021. [Projets près de l'eau](#). dernier accès le 14 mai 2021.

ANNEXE 1 – TERMES ET CONCEPTS

Glossaire sous forme de tableau des termes utilisés dans le présent rapport consultatif.

Terme	Description	Référence
Masquage acoustique	Ce type d'interférence acoustique est appelé masquage et entraîne une réduction du rendement d'un récepteur, car le son d'intérêt ne peut être perçu, reconnu ou décodé efficacement. Dans le cas d'une communication bidirectionnelle entre un émetteur et un récepteur, le masquage entraîne une réduction du rendement de l'émetteur et du récepteur.	Clark, C.W., Ellison, W.T., Southall, B.L., Hatch, L., Van Parijs, S.M., Frankel, A. and Ponirakis, D., 2009. Acoustic masking in marine ecosystems: intuitions, analysis, and implication. <i>Marine Ecology Progress Series</i> , 395, pp.201-222.
Bruit continu	Les bruits continus sont ceux qui ne sont pas caractérisés par une apparition brusque et une décroissance rapide, mais qui émettent continuellement de l'énergie acoustique sur une période plus longue. Les sources de bruits continus comprennent les ondes sonores émises par le vibrobattage de pieux, le dragage, le forage, la vibrodensification des sols et le transport maritime.	ISO 1996-1:2016 – Acoustique – Description, mesurage et évaluation du bruit de l'environnement – Partie 1 : Grandeurs fondamentales et méthodes d'évaluation.
Paramètre ultime	Changement mesurable dans les populations de poissons ou dans des composants de l'habitat causé par un OEA par le biais d'une ou de plusieurs séquences.	Brownscombe, J.W., Smokorowski, K.E. 2021. Examen des diagrammes de séquence des effets (SE) à l'appui de l'évaluation des risques du PPPH. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/079. iv + 61 p.
Poissons	Les poissons comprennent : a) les poissons proprement dits et leurs parties; b) par assimilation : (i) les mollusques, les crustacés et les animaux marins ainsi que leurs parties, (ii) selon le cas, les œufs, le sperme, la laitance, le frai, les larves, le naissain et les petits des animaux mentionnés à l'alinéa a) et au sous-alinéa (i). (fish).	Ministère de la Justice. 2019. Loi sur les pêches.
Herbicide	Substance active, habituellement chimique, destinée à tuer des plantes indésirables ou à en inhiber la croissance.	Encyclopaedia Britannica. 2021.
Bruit impulsif	Un bruit impulsif est un son caractérisé par de brèves salves de pression acoustique, de courte durée, habituellement moins d'une seconde, avec une apparition abrupte et une décroissance rapide. Les sources de bruits impulsifs avec des niveaux élevés d'énergie/intensité acoustique comprennent les coups de marteau perceur et les coups de canon à air comprimé.	ISO 1996-1:2016 – Acoustique – Description, mesurage et évaluation du bruit de l'environnement – Partie 1 : Grandeurs fondamentales et méthodes d'évaluation.
Lien	Connexion directionnelle entre un OEA et un nœud de pression ou un paramètre ultime.	Brownscombe, J.W., Smokorowski, K.E. 2021. Examen des diagrammes de séquence des effets (SE) à l'appui de l'évaluation des risques du PPPH. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/079. iv + 61 p.

**Révision des diagrammes de séquence
des effets à l'appui de l'évaluation des
risques liés au PPPH**

Région de la capitale nationale

Terme	Description	Référence
Mobile	Capacité de se déplacer de façon active et instinctive, ce qui consomme habituellement de l'énergie.	Biology Online. 2021.
Pesticide	Substance toxique utilisée pour tuer des animaux, des champignons ou des plantes, souvent classée selon le type d'organisme qu'elle est destinée à contrôler (p. ex. insecticides, herbicides, nématicides, fongicides, lampricides, rodenticides).	Encyclopaedia Britannica, 2021.
Pression	Changement d'origine humaine dans une entité chimique, physique ou biologique pouvant avoir un effet sur les poissons ou leur habitat et pouvant mener à des conséquences néfastes.	Brownscombe, J.W., Smokorowski, K.E. 2021. Examen des diagrammes de séquence des effets (SE) à l'appui de l'évaluation des risques du PPPH. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/079. iv + 61 p.
Séquence de pression	Série de liens entre un OEA et des nœuds de pression qui se termine aux paramètres ultimes.	Brownscombe, J.W., Smokorowski, K.E. 2021. Examen des diagrammes de séquence des effets (SE) à l'appui de l'évaluation des risques du PPPH. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/079. iv + 61 p.
Zone riveraine (eau douce)	Les zones riveraines sont définies comme des caractéristiques à l'extérieur de l'écosystème aquatique qui soutiennent l'établissement et le maintien de caractéristiques des fosses profondes et peu profondes, fournissent de la nourriture aux poissons migrateurs et juvéniles de nombreuses espèces, et influencent la température de l'eau (p. ex. l'ombre fournie par les arbres).	Caskenette, A.L., Durhack, T.C., et Enders, E.C. 2020. Directives sur la désignation de l'habitat essentiel dans la zone riveraine pour les espèces d'eau douce en péril. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2020/049. vii + 71 p.
Zone riveraine (marine)	Au large de la pleine mer supérieure, grande marée (PMSGM) jusqu'à la limite de la végétation des marais salés ou saumâtres ou jusqu'à des niveaux de marée qui sont submergés < 10 % de l'année; et vers la terre à partir de la PMSGM jusqu'à la limite des embruns, à la végétation des dunes ou à la moitié de la hauteur potentielle des arbres ou à une distance linéaire de 30 m, selon la plus grande de ces valeurs.	Levings, C. et G.Jamieson, 2001. Marine and Estuarine Riparian and their Role in Coastal Ecosystems, Pacific Region. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. Sci. MPO. Sec. Doc. 2001/109.
Qualité de l'eau	Mesure de l'état de l'eau par rapport aux nécessités d'une ou de plusieurs espèces ou d'un besoin ou objectif humain.	Johnson, D. L., Ambrose, S. H., Bassett, T. J., Bowen, M. L., Crummey, D. E., Isaacson, J. S. & Winter-Nelson, A. E. 1997. Meanings of environmental terms. Journal of environmental quality, 26(3), 581-589.
Matériaux ligneux	Matériau végétal fibreux dur. On parle souvent dans la documentation de « débris ligneux grossiers », de « gros matériaux ligneux » ou de leurs variations. Comprend habituellement les arbres, les branches ou les débris de bois.	Harmon, M. E., Franklin, J. F., Swanson, F. J., Sollins, P., Gregory, S. V., Lattin, J. D., ... & Cummins, K. W. (1986). Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. Advances in ecological research, 15, 133-302.

**Révision des diagrammes de séquence
des effets à l'appui de l'évaluation des
risques liés au PPPH**

Région de la capitale nationale

Terme	Description	Référence
Ouvrages, entreprises ou activités (OEAs)	Interventions humaines pouvant exercer des pressions sur les poissons et leur habitat .	Brownscombe, J.W., Smokorowski, K.E. 2021. Examen des diagrammes de séquence des effets (SE) à l'appui de l'évaluation des risques du PPPH. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/079. iv + 61 p.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)
Région de la capitale nationale
Pêches et Océans Canada
200 rue Kent, Ottawa, ON K1A 0E6
Téléphone : 613-990-0293
Courriel : csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
ISBN 978-0-660-40989-4 N° cat. Fs70-6/2021-053F-PDF
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2021



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2021. Avis scientifique sur la révision des diagrammes de séquence des effets à l'appui de l'évaluation des risques liés au PPPH. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2021/053.

Also available in English:

DFO. 2021. Science advice on revisiting Pathways of Effects (PoE) diagrams in support of FFHPP risk assessment. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2021/053.