



Pêches et Océans  
Canada

Fisheries and Oceans  
Canada

Sciences des écosystèmes  
et des océans

Ecosystems and  
Oceans Science

## **Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)**

---

**Document de recherche 2022/078**

**Région de la capitale nationale**

### **Besoins en renseignements pour la prise en compte des effets cumulatifs dans la prise de décisions concernant le poisson et son habitat**

Emma E. Hodgson<sup>1</sup>, Cindy Chu<sup>2</sup>, Neil J. Mochnacz<sup>3</sup>, Violaine Shikon<sup>1</sup> et Elise Millar<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Pêches et Océans Canada  
Laboratoire du lac Cultus pour la recherche sur le saumon  
4222, autoroute Columbia Valley  
Cultus Lake (Colombie-Britannique) V2R 5B6

<sup>2</sup> Pêches et Océans Canada  
Laboratoire des Grands Lacs pour les pêches et les sciences aquatiques  
867, chemin Lakeshore  
Burlington (Ontario) L7S 1A1

<sup>3</sup> Pêches et Océans Canada  
Institut des eaux douces  
501, croissant University  
Winnipeg (Manitoba) R3T 2N6

<sup>4</sup> Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario  
Section de la recherche et de la surveillance en matière de pêche  
2140, prom. East Bank  
Peterborough (Ontario) K9L 0G2

---

## Avant-propos

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

### Publié par :

Pêches et Océans Canada  
Secrétariat canadien des avis scientifiques  
200, rue Kent  
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

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



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du  
ministère des Pêches et des Océans, 2022

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-46216-5 N° cat. Fs70-5/2022-078F-PDF

### La présente publication doit être citée comme suit :

Hodgson, E., Chu, C., Mochnacz, N., Shikon, V. et Millar, E. 2022. Besoins en renseignements pour la prise en compte des effets cumulatifs dans la prise de décisions concernant le poisson et son habitat. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/078. x + 69 p.

### **Also available in English :**

*Hodgson, E., Chu, C., Mochnacz, N., Shikon, V. and Millar, E. 2022. Information needs for considering cumulative effects in fish and fish habitat decision-making. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2022/078. ix + 59.*

---

---

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	v
GLOSSAIRE .....	vi
DÉFINITIONS DE L'ÉNONCÉ DE POLITIQUE SUR LA PROTECTION DU POISSON ET DE SON HABITAT, 2019 .....	vi
DÉFINITIONS D'AUTRES MINISTÈRES FÉDÉRAUX.....	vii
DÉFINITIONS TIRÉES DE LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE ET DES RAPPORTS TECHNIQUES GOUVERNEMENTAUX.....	viii
1. INTRODUCTION .....	1
1.1. CONTEXTE DES EFFETS CUMULATIFS.....	1
1.2. OBJET ET PORTÉE .....	3
2. RENSEIGNEMENTS NÉCESSAIRES POUR TENIR COMPTE DES EFFETS CUMULATIFS .....	6
2.1. RENSEIGNEMENTS SUR L'OEA ET LA RÉGION .....	7
2.1.1. Portée spatiale et temporelle .....	8
2.1.2. Déterminer les pressions associées à l'OEA .....	10
2.1.3. Déterminer les conditions de référence de la région.....	10
2.2. RENSEIGNEMENTS SUR LES ESPÈCES DE POISSONS .....	10
2.2.1. Déterminer les espèces présentes.....	11
2.2.2. Déterminer les caractéristiques des espèces .....	12
2.2.3. Déterminer le statut de toutes les espèces de poissons dans l'empreinte des effets .....	13
2.2.4. Déterminer la sensibilité des espèces aux pressions pertinentes.....	14
2.2.5. Comment déterminer de manière uniforme les espèces dans la zone de l'OEA.....	14
2.3. RENSEIGNEMENTS SUR LES HABITATS.....	16
2.3.1. Déterminer les caractéristiques des habitats présents .....	17
2.3.2. Déterminer le statut de l'habitat .....	19
2.3.3. Déterminer la sensibilité de l'habitat aux pressions pertinentes .....	20
3. EFFETS CUMULATIFS ET PROCESSUS D'ÉVALUATION DES RISQUES .....	24
3.1. PROCESSUS D'EXAMEN D'UN PROJET ET PRISE EN COMPTE DES EFFETS CUMULATIFS .....	24
3.1.1. GGR – Étape 1 : Identification des composantes de l'habitat.....	25
3.1.2. GGR – Étape 2 : Étendue spatiale.....	26
3.1.3. GGR – Étape 3 : Sensibilité de l'habitat.....	27
3.1.4. GGR – Étape 4 : Persistance des pressions.....	31
3.1.5. Étape 5 : Matrices .....	31
4. CONSIDÉRATIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE ET LES TRAVAUX FUTURS.....	31
4.1. ÉTABLIR UN LIEN ENTRE LA PLANIFICATION INTÉGRÉE ET L'EXAMEN DES PROJETS.....	31
4.2. IDENTIFICATION DES TRAVAUX À VENIR.....	32
5. RÉFÉRENCES CITÉES .....	35

---

6. TABLEAUX .....	45
7. ANNEXE A.....	62

---

## RÉSUMÉ

Les modifications apportées en 2019 à la *Loi sur les pêches* du Canada ont introduit, pour la première fois, le mandat législatif consistant à tenir compte des effets cumulatifs dans la prise de décisions. Aux termes de l'alinéa 34.1(1)d), le Ministère doit prendre en considération « les effets cumulatifs que l'exploitation de l'ouvrage ou de l'entreprise ou l'exercice de l'activité qui font l'objet de la recommandation ou de l'exercice du pouvoir, en combinaison avec l'exploitation passée ou en cours d'autres ouvrages ou entreprises ou l'exercice passé ou en cours d'autres activités, a sur le poisson et son habitat ». À Pêches et Océans Canada (MPO), le Programme de protection du poisson et de son habitat (PPPH) est l'autorité responsable de prendre en compte ces éléments pendant l'examen des ouvrages, des entreprises ou des activités (OEA) proposés. Le PPPH a demandé un avis scientifique sur le processus de prise en compte des effets cumulatifs dans la prise de décisions, et plus précisément sur le processus d'évaluation des risques pour l'examen des projets. Les objectifs du présent rapport sont les suivants : 1) Évaluer les éléments pertinents dans l'approche actuelle fondée sur les risques afin de déterminer si les renseignements recueillis sont suffisants pour éclairer la prise en compte des effets cumulatifs. Il s'agit : a) de déterminer les recommandations concernant les éléments supplémentaires à inclure dans l'approche actuelle fondée sur les risques afin d'éclairer l'examen des effets cumulatifs et b) de déterminer les renseignements fondamentaux nécessaires sur les espèces et les habitats dans la région d'un projet lors de la prise en compte des effets cumulatifs. 2) Fournir un avis sur les caractéristiques clés requises pour déterminer la sensibilité de l'habitat dans le contexte des effets cumulatifs. Nous avons mis l'accent sur les renseignements nécessaires pour prendre en compte les effets cumulatifs dans la prise de décisions. Tout d'abord, nous avons déterminé les renseignements nécessaires sur les effets cumulatifs dans le contexte spatiotemporel d'un OEA. Cette section décrit les renseignements nécessaires selon une approche scientifique, indépendamment de celle utilisée actuellement par le PPPH. Elle comprend les renseignements nécessaires sur l'OEA, ainsi que sur les espèces et les habitats dans la région de l'OEA. Deuxièmement, à l'aide de cette liste, nous avons examiné l'approche actuelle fondée sur les risques utilisée par le PPPH. Nous avons aussi cherché à savoir s'il manquait des éléments afin de s'assurer que tous les renseignements sont inclus pour la prise en compte des effets cumulatifs. Enfin, nous avons déterminé les éléments importants qui nécessitent une recherche et un examen de suivi dans le cadre de processus ultérieurs du Secrétariat canadien des avis scientifiques.

---

## GLOSSAIRE

Ce glossaire est divisé en trois parties : les définitions du Programme de protection du poisson et de son habitat (PPPH) du MPO, les définitions d'autres organismes fédéraux et de la législation, et les définitions tirées de sources scientifiques, y compris la littérature nationale et internationale et les rapports techniques scientifiques gouvernementaux.

### DÉFINITIONS DE L'ÉNONCÉ DE POLITIQUE SUR LA PROTECTION DU POISSON ET DE SON HABITAT, 2019

**Évitement** (MPO 2019a) : L'évitement consiste à prendre des mesures pour prévenir les effets néfastes sur le poisson et son habitat. Les mesures d'évitement peuvent comprendre le choix de l'emplacement et la conception appropriés pour un ouvrage, une entreprise ou une activité. Dans certains cas, il peut être nécessaire de revoir l'ouvrage, l'entreprise ou l'activité pour éviter les effets néfastes. Le choix judicieux du moment de certaines activités peut également aider à éviter les répercussions sur le poisson et son habitat. Pour certains ouvrages, entreprises ou activités, il est possible d'éviter entièrement les dommages, tandis que pour d'autres l'on ne peut les éviter que partiellement. Lorsque les répercussions sur le poisson et son habitat ne peuvent pas être entièrement évitées, des mesures d'atténuation doivent être prises.

**Effets cumulatifs néfastes pour le poisson et son habitat** (MPO 2019a) : Le Ministère définit les effets cumulatifs comme suit : tout effet cumulatif néfaste pour le poisson et son habitat pouvant découler de l'ouvrage, de l'entreprise ou de l'exercice de l'activité, en combinaison avec l'exploitation passée ou en cours d'autres ouvrages ou entreprises ou l'exercice passé ou en cours d'autres activités. La prise en compte des effets cumulatifs permet de mieux comprendre les défis liés à l'écosystème aquatique en dehors du contexte de l'examen d'ouvrages, d'entreprises ou d'activités particuliers. Le Ministère est chargé de recueillir les renseignements nécessaires pour tenir compte des effets cumulatifs d'un ouvrage, d'une entreprise ou d'une activité proposé.

**Effets néfastes pour le poisson** (MPO 2019a) : Le Ministère utilisera une approche axée sur le risque pour évaluer les conséquences d'ouvrages, d'entreprises ou d'activités sur le poisson. Lorsque la mort du poisson est probable en raison d'un ouvrage ou d'une entreprise ou d'une activité, le ministère devra tenir compte de l'importance relative du poisson et de son habitat pouvant être touchés pour la productivité des pêches relatives, avant d'accorder une autorisation aux termes de l'alinéa 34.4(2)b). Ce faisant, le Ministère peut examiner des enjeux comme le type d'espèces susceptibles d'être touchées, à quel stade biologique les effets peuvent se produire et les fonctions du cycle de vie pouvant être touchées.

**Effets néfastes pour l'habitat du poisson** (MPO 2019a) : Le Ministère utilisera une approche axée sur le risque pour évaluer les impacts d'ouvrages, d'entreprises ou d'activités sur l'habitat du poisson. À la suite de la définition de l'habitat indiquée ci-dessus, le Ministère interprète la « détérioration, destruction ou perturbation » comme étant toute modification temporaire ou permanente de l'habitat du poisson qui nuit directement ou indirectement à la capacité de l'habitat à soutenir un ou plusieurs processus vitaux du poisson.

**Mesures d'atténuation** (MPO 2019a) : Les mesures d'atténuation réduisent l'échelle spatiale, la durée ou l'intensité des effets néfastes pour le poisson et son habitat lorsque de telles répercussions ne peuvent être évitées. Les promoteurs doivent mettre en œuvre les meilleures normes ou mesures d'atténuation possibles. Les mesures d'atténuation comprennent l'adoption

---

de pratiques de gestion exemplaires pendant la planification, la construction, l'exploitation, l'entretien, la fermeture temporaire ou permanente et la mise hors service d'un ouvrage, d'une entreprise ou d'une activité.

**Mesures compensatoires** (MPO 2019a) : Après avoir déployé toutes les mesures possibles pour éviter et atténuer les effets néfastes pour le poisson et son habitat, il faut définir des mesures compensatoires pour les répercussions résiduelles. Une mesure compensatoire vise à compenser la mort inévitable du poisson ainsi que la détérioration, la destruction ou la perturbation inévitable de son habitat découlant d'un ouvrage, d'une entreprise ou d'une activité dans le but de protéger et de préserver le poisson et son habitat. Les mesures compensatoires devraient appuyer les objectifs en matière de gestion des pêches mises en place et les priorités locales en matière de restauration de l'habitat, et être mises en œuvre conformément à la politique compensatoire du Ministère.

## DÉFINITIONS D'AUTRES MINISTÈRES FÉDÉRAUX

**Effets** (LEI 2020) : Sauf indication contraire du contexte, fait référence aux changements causés à l'environnement ou aux conditions sanitaires, sociales ou économiques et les répercussions positives et négatives de tels changements.

**Effets directs ou accessoires** (LEI 2020) : Les effets qui sont directement liés ou nécessairement accessoires soit aux attributions que l'autorité fédérale doit exercer pour permettre l'exercice en tout ou en partie d'une activité concrète ou la réalisation en tout ou en partie d'un projet désigné, soit à l'aide financière accordée par elle à quiconque en vue de permettre l'exercice en tout ou en partie de l'activité ou la réalisation en tout ou en partie du projet désigné.

**Effets relevant d'un domaine de compétence fédérale** (LEI 2020) : S'entend, à l'égard d'une activité concrète ou d'un projet désigné, des effets suivants :

- a) les changements aux composantes ci-après de l'environnement qui relèvent de la compétence législative du Parlement : (i) les poissons et leur habitat, au sens du paragraphe 2(1) de la *Loi sur les pêches*, (ii) les espèces aquatiques, au sens du paragraphe 2(1) de la *Loi sur les espèces en péril*, (iii) les oiseaux migrateurs, au sens du paragraphe 2(1) de la *Loi de 1994 sur la convention concernant les oiseaux migrateurs*, (iv) toute autre composante de l'environnement mentionnée à l'annexe 3;
- b) les changements à l'environnement, selon le cas : i) sur le territoire domanial, (ii) dans une province autre que celle où l'activité est exercée ou le projet réalisé, (iii) à l'étranger;
- c) s'agissant des peuples autochtones du Canada, les répercussions au Canada des changements à l'environnement, selon le cas : (i) au patrimoine naturel et au patrimoine culturel, (ii) à l'usage courant de terres et de ressources à des fins traditionnelles, (iii) à une construction, à un emplacement ou à une chose d'importance sur le plan historique, archéologique, paléontologique ou architectural;
- d) les changements au Canada aux conditions sanitaires, sociales ou économiques des peuples autochtones du Canada;
- e) des changements en toute matière sanitaire, sociale ou économique mentionnée à l'annexe 3 qui relèvent de la compétence législative du Parlement.

---

**Bassin hydrographique** (AAC 2020) : Un bassin hydrographique est l'étendue de territoire drainée par les eaux des rivières et des lacs, qui à leur tour convergent vers un point d'évacuation commun.

**Ouvrage, entreprise ou activité, ou OEA** (AEIC 2014) : L'ouvrage se définit comme toute construction humaine existante ou prévue dont l'emplacement est ou sera fixe. Il peut s'agir, par exemple, d'un pont, d'un immeuble ou d'un pipeline. En revanche, les plans d'eau naturels, les avions et les navires en mer ne sont pas des ouvrages. L'activité concrète se définit comme une activité réalisée pendant la durée de vie d'un ouvrage et comprend la construction, l'exploitation, l'expansion, la désaffectation et la fermeture.

**Zone d'influence** (AEIC 2018) : La zone d'influence établit une limite spatiale au-delà de laquelle les effets environnementaux résiduels du projet désigné et d'autres activités physiques sur une composante valorisée donnée ne sont pas détectables.

## **DÉFINITIONS TIRÉES DE LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE ET DES RAPPORTS TECHNIQUES GOUVERNEMENTAUX**

**Empreinte de l'activité** (Elliott *et al.* 2020) : L'empreinte de l'activité est la zone, la durée, l'intensité et la fréquence d'une activité qui, idéalement, a été légalement sanctionnée par un organisme de régulation dans le cadre d'une autorisation, d'une licence, d'un permis ou d'un consentement, et qui doit être clairement définie et cartographiée afin d'être juridiquement défendable; elle doit être à la fois facilement observée et surveillée et attribuable au promoteur de l'activité.

**Effet additif** (Murray *et al.* 2020) : Effet combiné produit par l'action de deux ou de plusieurs agents, qui est égal à la somme de leurs répercussions séparées, c.-à-d. que les répercussions totales correspondent à la somme des parties.

**Effet antagoniste** (Murray *et al.* 2020) : Effet combiné produit par l'action de deux ou de plusieurs agents, qui est inférieur à la somme de leurs effets séparés.

**Empreinte des effets** (Elliott *et al.* 2020) : Une empreinte des effets est l'ensemble des caractéristiques spatiales (étendue), temporelles (durée), d'intensité, de persistance et de fréquence résultant a) d'une seule pression exercée par une activité marine, b) de toutes les pressions exercées par cette activité, c) de toutes les pressions exercées par toutes les activités dans une zone, ou d) de toutes les pressions exercées par toutes les activités dans une zone ou émanant de l'extérieur de la zone de gestion. Elle aura des conséquences négatives sur les composantes naturelles de l'écosystème, mais est également susceptible d'avoir une incidence sur les écoservices dont la société tire des biens et des avantages. Par conséquent, la détermination de l'empreinte des effets doit comprendre les effets en champ proche et en champ lointain, ainsi que les effets en temps proche et en temps lointain, en raison de la dynamique et des caractéristiques des zones marines et des utilisations et utilisateurs de la zone. De même, les empreintes des effets peuvent être plus étendues et plus persistantes que l'empreinte de l'activité qui en est à l'origine et que les empreintes des pressions qui en résultent. Elles doivent également englober les effets des pressions endogènes et exogènes qui s'exercent dans cette zone.

**Évaluation des effets cumulatifs** (Noble 2015) : L'évaluation des effets cumulatifs est un processus systématique qui consiste à reconnaître, à analyser et à évaluer les effets cumulatifs.



---

**Effets cumulatifs** (Hegmann *et al.* 1999) : Les effets cumulatifs sont les changements subis par l'environnement en raison d'une action combinée avec d'autres actions humaines passées, présentes et futures.

**Exposition** (Turner *et al.* 2003) : Fréquence, ampleur et durée du danger. Dans le contexte des effets cumulatifs selon le SCAS, la fréquence, l'ampleur et la durée des ouvrages, des entreprises ou des activités passés et actuels et des autres effets dans la zone d'influence.

**Seuil écologique** (Groffman *et al.* 2006) : Le seuil écologique est le point où un petit changement dans les conditions environnementales entraîne un changement important dans la structure et la fonction de l'écosystème.

**Résilience de l'habitat** (Eno *et al.* 2013) : Le taux de rétablissement d'un habitat actuel à la suite des répercussions subies. Il s'agit du temps nécessaire à un habitat et à ses caractéristiques biologiques, chimiques et physiques pour retrouver son état caractéristique après une perturbation.

**Résistance de l'habitat** (Eno *et al.* 2013) : La capacité de l'habitat actuel à maintenir ses caractéristiques biologiques, chimiques et physiques face à une perturbation temporaire ou prolongée, où une résistance élevée entraîne de faibles niveaux de répercussions.

**Sensibilité de l'habitat** (Hodgson *et al.* 2022, ce document) : Le degré et la durée des dommages causés par un facteur externe à l'habitat dans son état actuel, qui sont mesurés en évaluant la résilience et la résistance de l'habitat au facteur externe.

**Répercussions** (CIEM 2019) : Les effets négatifs sur les écosystèmes ou les composantes de l'écosystème résultant de l'effet des pressions.

**Planification intégrée** (ou planification environnementale) (Cormier *et al.* 2017) : Il s'agit du processus de facilitation de la prise de décisions pour un aménagement terrestre ou aquatique en tenant compte de l'environnement naturel, des facteurs sociaux, politiques, économiques et de gouvernance, et qui fournit un cadre holistique pour obtenir des résultats durables.

**Systèmes de connaissances** (Bartlett *et al.* 2012) : Systèmes qui reconnaissent que le savoir traditionnel autochtone et les connaissances locales, en plus de la science occidentale, sont des sources importantes d'information sur l'état des poissons, leur habitat et les effets cumulatifs.

**Zone d'étude locale** (Hegmann *et al.* 1999) : Zone dans laquelle les effets évidents, faciles à comprendre et souvent atténuables se produiront.

**Voie des effets** (MPO 2014a) : Description des mécanismes par lesquels les effets environnementaux potentiels d'une menace peuvent provoquer un stress sur une espèce sauvage.

**Pression** (Elliott *et al.* 2020; Murray *et al.* 2020) : Il s'agit d'un événement ou d'un agent (biologique, chimique ou physique) exercé par une ou plusieurs activités humaines pour susciter un effet (qui peut conduire à un dommage ou causer des répercussions négatives).

---

**Empreinte des pressions** (Elliott *et al.* 2020) : Une empreinte des pressions indique les mécanismes de changement résultant d'une activité donnée ou de toutes les activités dans une zone une fois que des mesures d'évitement et d'atténuation ont été employées (les pressions endogènes gérées). Elle ne coïncide pas nécessairement avec l'empreinte de l'activité et peut être plus grande ou moins grande. Elle doit également comprendre l'influence et les conséquences des pressions émanant de l'extérieur de la zone de gestion (les pressions exogènes non gérées); puisque celles-ci sont causées par des événements à grande échelle (et même des développements mondiaux), elles sont susceptibles d'avoir des conséquences à plus grande échelle (spatiale et temporelle).

**Conditions de référence** (Reynoldson *et al.* 1997) : Conditions représentatives d'un groupe de sites peu perturbés organisés selon des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques choisies.

**Région** (Hegmann *et al.* 1999) : Toute zone dans laquelle il est soupçonné ou connu que les effets attribuables à l'action examinée peuvent interagir avec les effets d'autres actions. Cette zone s'étend généralement au-delà de la zone d'étude locale; toutefois, la portée de cette zone varie considérablement en fonction de la nature des relations de cause à effet concernées.

**Risque** (GIEC 2014) : Possibilité de conséquences lorsqu'un élément de valeur est en jeu et lorsque le résultat est incertain, en reconnaissant la diversité des valeurs. Le risque est souvent représenté par la probabilité ou la vraisemblance d'occurrence de tendances ou d'événements dangereux multipliée par les répercussions si ces événements se produisent.

**Agent de stress** (Murray *et al.* 2020) : Un type de facteur direct ou indirect, lié à l'homme, qui provoque un changement indésirable dans un écosystème à toute entité physique, chimique ou biologique pouvant induire des effets néfastes sur les écosystèmes ou la santé humaine.

**Effet synergique** (Murray *et al.* 2020) : Interaction de deux ou de plusieurs agents ou actions de sorte que leurs répercussions combinées sont supérieures à la somme de leurs répercussions individuelles. De même, d'autres répercussions sont incluses si leurs modalités produisent de nouveaux effets.

**Menace** (MPO 2014b) : Activité ou processus anthropique qui a causé, cause ou peut causer des dommages à une espèce sauvage en péril, sa mort ou des modifications de son comportement, ou la destruction, la détérioration ou la perturbation de son habitat jusqu'au point où des effets sur la population peuvent se produire. Une activité humaine peut exacerber un processus naturel.

**Seuil** (CIEM 2019) : Limites acceptables déterminées par la société, appliquées aux pressions, aux effets ou aux répercussions et utilisées comme déclencheur de mesures de gestion. Il peut porter sur les normes de qualité, les capacités, les points de bascule.

**Incertitude** (GIEC 2014) : Un état de connaissances incomplètes qui peut découler d'un manque d'information ou d'un désaccord sur ce qui est connu ou même connaissable. Elle peut avoir de nombreux types de sources, de l'imprécision des données à la définition ambiguë de concepts ou de terminologie, en passant par des projections incertaines du comportement humain. L'incertitude peut donc être représentée par des mesures quantitatives (p. ex. une fonction de densité de probabilité) ou par des énoncés qualitatifs (p. ex. reflétant le jugement d'une équipe d'experts).

---

**Planification d'un bassin hydrographique** (Ontario 2015) : Planification qui fournit un cadre pour établir des buts, des objectifs et une orientation pour la protection des ressources hydriques, la gestion des activités humaines, des terres, de l'eau, de la vie aquatique et des ressources dans un bassin hydrographique et pour l'évaluation des effets cumulatifs, pangouvernementaux et dans tous les bassins hydrographiques.

---

## 1. INTRODUCTION

Les modifications apportées en 2019 à la *Loi sur les pêches* du Canada ont introduit, pour la première fois, le mandat législatif consistant à tenir compte des effets cumulatifs dans la prise de décisions. Aux termes de l'alinéa 34.1(1)d), le Ministère doit prendre en considération « les effets cumulatifs que l'exploitation de l'ouvrage ou de l'entreprise ou l'exercice de l'activité qui font l'objet de la recommandation ou de l'exercice du pouvoir, en combinaison avec l'exploitation passée ou en cours d'autres ouvrages ou entreprises ou l'exercice passé ou en cours d'autres activités, a sur le poisson et son habitat ». À Pêches et Océans Canada (MPO), le Programme de protection du poisson et de son habitat (PPPH) est chargé d'appliquer les dispositions relatives à la protection du poisson et de son habitat dans la *Loi sur les pêches*. Parmi ces dispositions figure le paragraphe 34.1(1), qui porte sur les facteurs à prendre en compte. À ce titre, le PPPH est le responsable de la prise en compte des effets cumulatifs. Compte tenu de cette nouvelle considération dans le cadre de la *Loi sur les pêches*, le PPPH a demandé au Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS) de lui fournir un avis scientifique sur la façon d'aborder les effets cumulatifs dans la prise de décisions qui touchent les milieux aquatiques, en particulier sur les renseignements nécessaires pour prendre en compte les effets cumulatifs dans la prise de décisions.

Pendant la définition de la portée de cet avis scientifique, il a été déterminé que l'accent initial sera mis sur les considérations propres aux effets cumulatifs dans les écosystèmes d'eau douce pour deux raisons : a) des programmes maritimes existent déjà pour des considérations similaires (p. ex. les programmes concernant les zones de protection marines et les recherches antérieures sur les effets cumulatifs axées sur le milieu marin au sein du Ministère) et b) la majorité des OEA se trouvent en eau douce. Les écosystèmes d'eau douce du Canada sont très diversifiés et présentent des caractéristiques uniques par rapport aux systèmes maritimes; il manque une perspective nationale coordonnée sur les effets cumulatifs. Une portée plus étroite sur l'eau douce a été jugée la plus appropriée pour combler cette lacune dans le cadre de cet avis scientifique, qui s'inscrit dans une série de processus du SCAS axés sur les effets cumulatifs.

### 1.1. CONTEXTE DES EFFETS CUMULATIFS

Les écosystèmes d'eau douce du Canada ont subi des modifications intensives et étendues causées par les activités humaines, ce qui a entraîné des effets cumulatifs sur le poisson et son habitat (Bradford 1994; Dudgeon *et al.* 2006; Minns 2012; Olker *et al.* 2016; Reid *et al.* 2019; Smith *et al.* 2019). Ces modifications comprennent, sans s'y limiter, l'urbanisation, l'agriculture, les modifications hydrologiques et l'extraction des ressources qui ont entraîné des changements sur le plan de la quantité et de la qualité des habitats. La perte, la fragmentation et la modification des habitats représentent certaines des plus grandes menaces pour les écosystèmes d'eau douce (Brinson et Malvárez 2002). Les conséquences de ces menaces ont été observées, par exemple dans la contamination des Grands Lacs (Cornwell *et al.* 2015) et dans la mise en péril de 76 poissons d'eau douce ou anadromes qui ont été inscrits à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (gouvernement du Canada 2020; Lamothe *et al.* 2017; Lamothe et Drake 2019). Alors que la plupart des activités humaines se sont déroulées dans les régions du sud du Canada (p. ex. la perte de terres humides a été supérieure à 75 % dans de nombreuses régions du sud de l'Ontario; Mitsch *et al.* 2001; Whillans 1982), les régions du nord sont fortement menacées par le changement climatique (Bush *et al.* 2019) et par de multiples agents de stress dans certaines régions également (Cott *et al.* 2015).

---

Il existe de nombreuses façons de faire référence aux « effets cumulatifs » dans les articles de journaux et la littérature grise, et nous avons pris cette définition au sens large; voir la discussion plus approfondie dans Jones (2016). Les effets cumulatifs peuvent découler 1) d'une seule activité humaine qui entraîne de multiples pressions associées (p. ex. un barrage qui peut modifier à la fois l'hydrologie et le débit d'une rivière, le type d'écosystème et la température de l'eau), 2) d'un seul type d'activité qui se déroule de manière cumulative avec de nombreuses activités de petite ou de grande envergure qui se répètent (p. ex le durcissement des rives à des fins résidentielles ou industrielles sur plusieurs segments de la rive d'un lac), et 3) des activités à grande échelle avec une série variable de pressions résultantes (p. ex. la construction de routes dans un bassin hydrographique, la gestion du débit de l'eau, les apports de nutriments et de contaminants). En outre, il est bien documenté que lorsqu'une série d'activités entraîne différents types de répercussions, les interactions entre ces répercussions peuvent provoquer des réactions inattendues. Par exemple, les réactions à deux types de répercussions ou plus peuvent provoquer une réaction additive, une réaction antagoniste (où l'effet entre les répercussions multiples est atténué et moins qu'additif), ou une réaction synergique (où l'effet est amplifié et pire que prévu) (Crain *et al.* 2008).

Il est reconnu depuis longtemps que les évaluations des effets cumulatifs sont essentielles à la gestion des bassins hydrographiques et à la compréhension de l'effet d'un seul OEA ou d'un ensemble d'OEA sur le poisson et son habitat (Kenchington *et al.* 2013; Koops *et al.* 2013; Murray *et al.* 2020; Randall *et al.* 2013). De plus, le fait de ne pas tenir compte des conséquences des effets cumulatifs peut nuire aux priorités stratégiques du PPPH (MPO 2014a), en particulier la priorité de « la conservation et la protection efficaces du poisson et de son habitat » (MPO 2019a, p. 5). Minns (2012) a souligné que la politique de « aucune perte nette » (Goodchild 2004) peut également être compromise lorsque les effets cumulatifs ne sont pas pris en compte. En d'autres termes, l'hypothèse selon laquelle la combinaison de l'atténuation, de l'évitement et de la compensation peut aboutir à aucune perte nette pour les écosystèmes (ou à l'absence de répercussions résiduelles) doit être examinée de près, étant donné l'incertitude qui fait partie de tout processus de prise de décisions ou de gestion et qui est potentiellement exacerbée par l'accumulation de nombreuses petites décisions avec les répercussions résiduelles associées. Les récentes modifications à la *Loi sur les pêches* ont démontré une intention de renforcer les possibilités de gestion efficace de l'eau douce. Par exemple, réintroduire détérioration, la destruction ou la perturbation de l'habitat (DDPH) du poisson en plus de l'introduction de considérations sur les effets cumulatifs. Il est donc nécessaire d'avoir une compréhension plus complète, mais pratique, de la manière d'aborder les effets cumulatifs lors de la prise de décisions qui touchent les environnements aquatiques.

En dehors de la *Loi sur les pêches*, les effets cumulatifs font partie de la *Loi sur l'évaluation d'impact* (anciennement la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*) depuis 1992, et leur prise en compte a été réglementée dans d'autres pays (Canter *et al.* 2012). Par conséquent, il existe de nombreux cadres pour évaluer les effets cumulatifs (p. ex. EPA, 1999; Hegmann *et al.* 1999; YESAB 2019) et des décennies de recherche sur les outils et les méthodologies pour appuyer ces cadres (Duinker *et al.* 2012; Hodgson et Halpern 2018; Murray *et al.* 2020; Smit et Spaling 1995; Stelzenmüller *et al.* 2018). Par exemple, Murray *et al.* (2020) décrivent quatre approches différentes qui sont couramment utilisées pour les évaluations des effets cumulatifs, en fonction de la priorité centrale : activité, agent de stress, espèce ou habitat, ou zone. Le cadre le plus pertinent pour l'examen des OEA est l'approche centrée sur l'activité, cependant, une approche écosystémique (Cormier *et al.* 2022; CIEM 2019) nécessiterait une combinaison d'approches, comme une attention particulière à l'échelle de la zone ou de l'habitat. Ce long historique de travaux antérieurs sur les évaluations des effets cumulatifs fournit une base de connaissances et d'approches sur laquelle le PPPH peut intégrer les éléments à prendre en compte relativement aux effets cumulatifs dans la politique et la gestion.

---

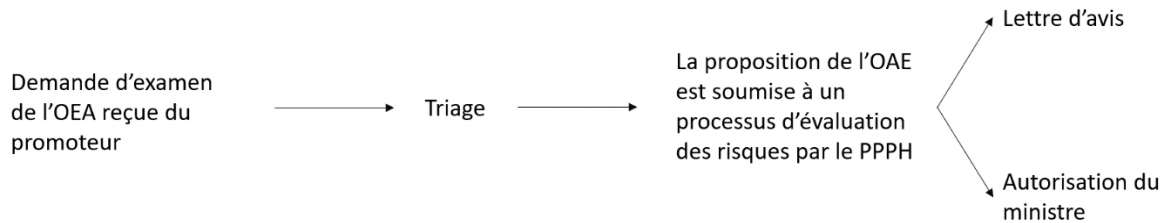
Cependant, il est important de reconnaître que même avec une base de cadres, d'outils et d'exemples, la compréhension et la gestion des effets cumulatifs demeurent un défi en raison de la complexité du paysage relatif aux territoires de compétence et des incertitudes dans de nombreux aspects de toute évaluation individuelle (Canter *et al.* 2012). Bien que des recherches approfondies aient été menées pour établir un lien entre des agents de stress individuels ou jumelés et les réactions des espèces (Crain *et al.* 2008; Darling et Côté, 2008; Przeslawski *et al.* 2014) et que des outils aient été mis au point pour cartographier les multiples couches des répercussions humaines dans une diversité d'écosystèmes (Danz *et al.* 2007; Halpern *et al.* 2008; Host *et al.* 2011; Murray *et al.* 2015; Smith *et al.* 2019), il reste des défis à relever pour comprendre les effets interactifs des nombreuses modifications du paysage (Hodgson et Halpern, 2018). Ces défis plus larges mettent en évidence le cœur du problème pour tout processus de prise de décision à l'échelle du projet : Comment l'ajout d'une OEA supplémentaire dans le paysage existant contribue-t-il à l'état du système? Quand un point de bascule est-il franchi? Cette question de recherche a été déterminée comme étant la priorité absolue en matière de gestion de l'eau douce au Canada (Dey *et al.* 2021) et est liée aux changements récents de la politique maritime dans l'Union européenne (UE 2017, 2008), dans laquelle on s'oriente de plus en plus vers une évaluation des pressions collectives ou cumulatives.

## 1.2. OBJET ET PORTÉE

Le PPPH a demandé un avis scientifique par l'intermédiaire du SCAS pour appuyer la prise en compte des effets cumulatifs lors de la prise de décisions liées à la *Loi sur les pêches*. Pour assurer la conformité avec les interdictions concernant la mort du poisson ou la détérioration, la destruction ou la perturbation de l'habitat (DDPH), le PPPH est chargé d'examiner les OEA proposés et de travailler avec les promoteurs pour éviter et atténuer les dommages au poisson et à son habitat. Si un OEA proposé ne peut pas éviter ou atténuer la mort du poisson ou la DDPH au moyen de normes et de codes de pratique, l'OEA est examinée à l'aide d'un outil basé sur les risques qui est décrit dans le Guide de gestion des risques (GGR; figure 1). Le résultat de l'évaluation des risques est soit une décision de fournir une lettre d'avis (un ensemble de recommandations non juridiquement contraignantes) indiquant que l'examineur conclut qu'un OEA n'est pas susceptible de causer la mort du poisson ou la DDPH, soit un outil réglementaire (une autorisation aux termes de la *Loi sur les pêches*) indiquant que l'examineur conclut qu'un OEA proposé est susceptible de causer la mort du poisson ou la DDPH (Goodchild 2004). L'examen d'un projet comprend également l'identification d'espèces en péril dans les environs de l'OEA et, par conséquent, les biologistes chargés de l'évaluation travaillent à la fois dans le cadre de la *Loi sur les pêches* et de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). Le présent document se concentre sur la demande d'avis scientifique concernant la façon de prendre en compte les effets cumulatifs dans l'examen d'un projet lors de l'application du GGR. Bien que ce document couvre le processus d'évaluation des risques, il est important de noter que plusieurs projets proposés ne seront pas pris en compte par le PPPH aux fins d'examen, parce que l'OEA ne fait pas partie du champ de compétence du MPO, ou que d'autres outils tels que les normes et les lignes directrices pour les projets à faible risque sont jugés pertinents et que l'examen n'a pas lieu (MPO 2016). Ces autres outils sont plus récents et, par conséquent, il y a eu une baisse substantielle du nombre d'autorisations aux termes de la *Loi sur les pêches* et de lettres d'avis envoyées par le Programme de protection du poisson (ancien nom du PPPH) au cours de la période 2003-2016 (figure A1). Ainsi, le processus dont il est question couvre le rôle du MPO dans la prise en compte des effets cumulatifs avant de prendre une décision réglementaire relative à un OEA sous la compétence actuelle du MPO. Le document jumelé de Cormier *et al.* (2022) élaboré pour le même processus du SCAS se concentre sur le contexte du paysage des effets cumulatifs dans le cadre de la planification

---

intégrée (où à partir de maintenant, nous considérons que le paysage dans un système d'eau douce est le bassin hydrographique). Les deux documents et les processus (considérations propres au bassin hydrographique et au site de l'OEA) sont intrinsèquement liés. Bien que l'examen d'un OEA soit effectué projet par projet, le contexte du bassin hydrographique est crucial pour les éléments à prendre en compte relativement aux effets cumulatifs, car l'échelle du bassin hydrographique fournit un contexte plus large et une compréhension de l'état actuel de l'habitat. Les renseignements aux deux échelles, c.-à-d. à l'échelle du projet et à celle du bassin hydrographique, doivent circuler entre les unités organisationnelles (comme le montre la figure 2).



*Figure 1. Schéma montrant le processus d'examen d'un projet depuis la soumission de la demande au PPPH jusqu'à la décision finale. Tous les projets ne font pas l'objet d'un examen complet, car la phase de triage est entreprise pour déterminer si une demande d'examen est nécessaire et, dans l'affirmative, si les renseignements sont complets; ainsi, tous les projets qui passent par le triage ne nécessitent pas un examen plus approfondi. Si un examen plus approfondi est nécessaire, la proposition passe par le processus d'évaluation des risques pour déterminer si une lettre d'avis ou une autorisation complète est nécessaire.*

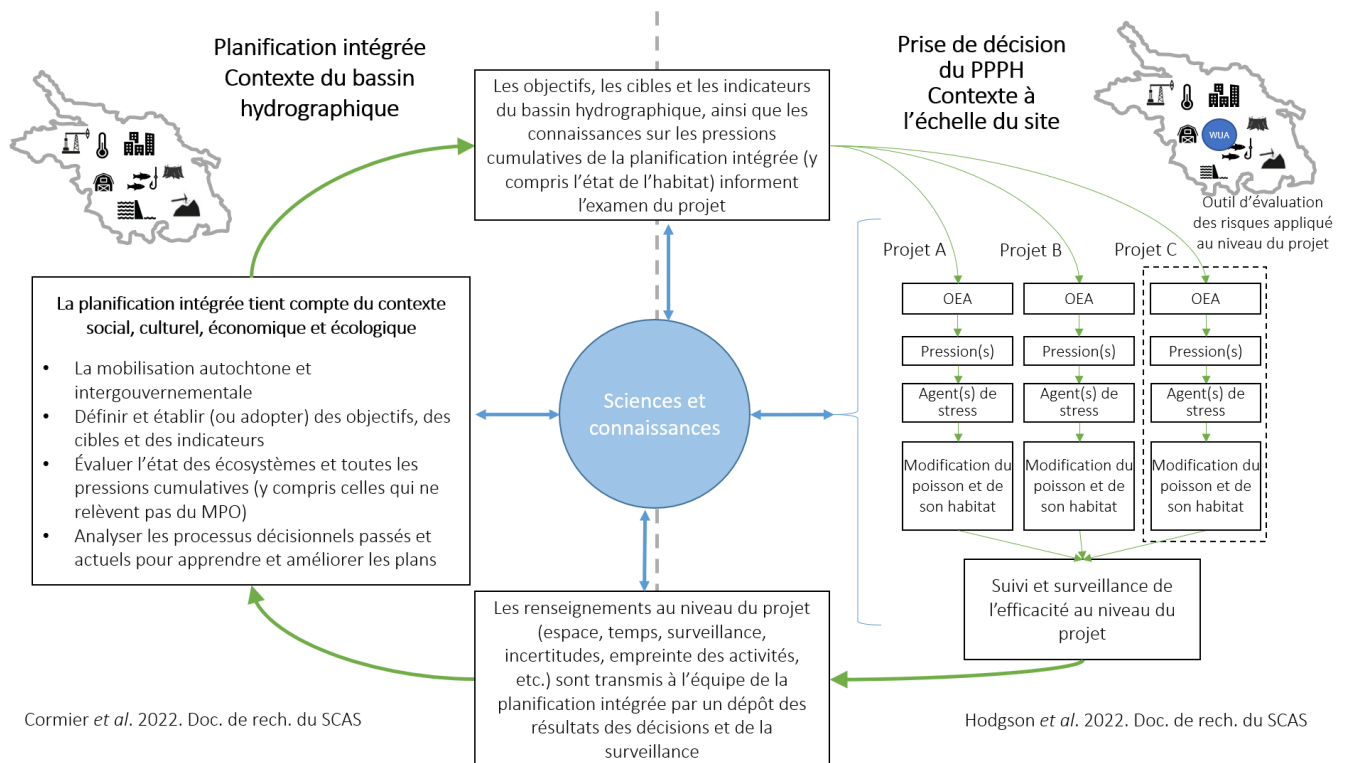


Figure 2. La circulation cyclique des renseignements entre les types d'activités du Programme de protection du poisson et de son habitat (PPPH) de Pêches et Océans Canada, y compris un soutien scientifique et un transfert de connaissances, est nécessaire à l'intérieur et à chaque niveau d'échange de renseignements (c.-à-d. la prise de décisions relatives aux activités humaines et la planification à l'échelle du bassin hydrographique). Les projets vont de nombreux petits projets à de grands projets au sein de l'unité spatiale de planification intégrée.

Comme indiqué précédemment, il s'agira probablement de la première d'une série de demandes adressées au SCAS concernant les processus liés aux effets cumulatifs; l'accent est donc mis ici sur les *renseignements nécessaires* pour prendre en compte les effets cumulatifs dans la prise de décisions à l'échelle du projet. Cela s'applique à ce que nous devons savoir à la fois sur les espèces et les habitats dans la région de l'OEA et sur la façon dont ces renseignements sont pris en compte dans le processus d'évaluation des risques utilisé par le PPPH. Un processus de suivi peut se concentrer sur la *façon* d'utiliser ces renseignements et mettre en œuvre une approche cohérente de la prise de décision, ce que nous avons souligné dans la section 4. Nous nous sommes également concentrés sur la sensibilité de l'habitat dans le contexte des effets cumulatifs, car cela est ressorti des discussions lors de l'élaboration du cadre de référence. Bien que nous nous soyons concentrés sur le processus d'évaluation des risques, il n'entre pas dans le cadre de ce processus du SCAS de fournir un examen complet du GGR. De plus, l'utilisation d'une approche fondée sur le risque nécessite de reconnaître qu'il existe des incertitudes substantielles qui entrent en ligne de compte dans la prise de décision (MPO 2014a), ce qui comprend les incertitudes associées aux répercussions du projet, et celles associées au processus réglementaire et aux mesures d'évitement, d'atténuation et de compensation choisies. Afin de rendre ce document de recherche traçable et pratique, nous nous sommes concentrés sur les besoins en renseignements, mais les incertitudes devraient être examinées de manière critique plus tard.

En collaboration avec d'autres membres du comité directeur, dont le Secteur des sciences et le PPPH, les objectifs suivants ont été définis dans le cadre de référence du présent rapport :



- 
1. Évaluer les éléments pertinents de l'approche actuelle fondée sur les risques afin de déterminer si les renseignements recueillis sont suffisants pour prendre en compte les effets cumulatifs.
    - a. Déterminer les recommandations concernant les éléments supplémentaires à inclure dans l'approche actuelle fondée sur les risques afin d'éclairer la prise en compte des effets cumulatifs.
    - b. Déterminer les renseignements fondamentaux nécessaires sur les espèces et les habitats dans la région d'un projet lors de la prise en compte des effets cumulatifs.
  2. Fournir des avis sur les caractéristiques clés requises pour déterminer la façon dont la sensibilité des habitats peut être déterminée dans le contexte des effets cumulatifs.

Nous avons présenté les renseignements en deux sections principales et une troisième section discutant des besoins futurs en matière de recherche. Tout d'abord, nous avons déterminé les renseignements nécessaires aux éléments sur les effets cumulatifs à prendre en compte en ce qui concerne le contexte spatiotemporel d'un OEA. Cette section présente les renseignements nécessaires indépendamment de l'approche actuellement utilisée par le PPPH. Nous avons ensuite utilisé cette liste pour étudier le GGR actuel et déterminer s'il manque des éléments qui permettraient de garantir l'inclusion d'une série complète de renseignements pour les éléments à prendre en compte relativement aux effets cumulatifs. Enfin, nous avons déterminé certaines étapes importantes à venir, notamment ce que nous attendons des recherches de suivi et des processus de SCAS pour combler les lacunes restantes.

## **2. RENSEIGNEMENTS NÉCESSAIRES POUR TENIR COMPTE DES EFFETS CUMULATIFS**

Un certain nombre de renseignements de base sont nécessaires pour entièrement prendre en compte les effets individuels et les effets cumulatifs d'un OEA. Nous avons souligné trois lignes d'information essentielles : 1) des détails sur la région de l'OEA, 2) des renseignements sur les espèces de la région, et 3) des renseignements sur les habitats de la région. L'objectif principal dans le cas présent est de déterminer les renseignements nécessaires sur les effets cumulatifs afin que l'examen des projets puisse être abordé de manière uniforme dans toutes les régions. Cette section aborde directement l'objectif 1 b) *Déterminer les renseignements fondamentaux nécessaires sur les espèces et les habitats dans la région d'un projet lors de la prise en compte des effets cumulatifs.*

Les renseignements permettant de remplir ces trois éléments clés peuvent provenir de sources et de connaissances diverses. Dans le cadre actuel utilisé par le PPPH, une grande partie des renseignements est fournie par le promoteur. Afin de fournir des renseignements indépendants, nous avons cerné des exemples d'ensembles de données qui peuvent être utilisés pour compléter ou vérifier les détails pertinents selon une optique de science occidentale. En plus de la science occidentale, le savoir autochtone ou d'autres formes de connaissances locales pourraient permettre de comprendre l'écosystème en question. Une approche globale comprendrait à la fois le savoir autochtone et la science occidentale en tant que formes de savoir égales, mais distinctes, dans une approche à double perspective pour comprendre un écosystème (Bartlett *et al.* 2012; Reid *et al.* 2021). Cependant, dans ce document, notre discussion se concentre sur les outils et les approches de la science occidentale.

Afin de déterminer les renseignements nécessaires aux éléments sur les effets cumulatifs à prendre en compte, nous nous appuyons sur les efforts passés du MPO (Canter *et al.* 2012) et intégrons des éléments des cadres existants pour les évaluations des effets cumulatifs (EEC) (Hegmann *et al.* 1999; Murray *et al.* 2020; US EPA 2010). Alors que ces cadres constituent des

---

approches prescriptives de l'évaluation des effets cumulatifs, la *Loi sur les pêches* exige la « prise en compte » des effets cumulatifs et ne mentionne pas explicitement l'« évaluation ». Toutefois, les renseignements nécessaires pour tenir compte des effets cumulatifs de manière appropriée sont les mêmes que pour les évaluer. L'approche de l'utilisation de ces renseignements peut différer selon qu'il s'agit de « prendre en considération » ou d'« évaluer » les effets cumulatifs, mais cette étape ultérieure n'entre pas dans le cadre du présent document.

De nombreuses EEC comportent un ensemble similaire d'étapes de collecte de renseignements et utilisent souvent le langage de la composante valorisée de l'écosystème (CVE) concernant les paramètres particuliers de l'écosystème étudié. Les CVE peuvent être biotiques ou abiotiques et comprennent par exemple une espèce de poisson, une espèce formant un habitat ou un facteur abiotique comme la qualité de l'eau. Nous avons examiné une série de cadres d'EEC existants, tant gouvernementaux qu'universitaires, qui présentent tous une série d'étapes pour prendre en compte ou évaluer les effets cumulatifs. Nous présentons les détails de ces cadres dans le tableau A1 de l'annexe; toutefois, les étapes générales sont largement cohérentes entre les différents guides et les différents processus d'évaluation des effets cumulatifs : 1) détermination de la portée – déterminer les limites temporelles et spatiales à prendre en compte, déterminer les CVE qui peuvent être touchées par l'action proposée et déterminer s'il existe d'autres actions dans la zone d'influence géographique et temporelle qui peuvent toucher les mêmes CVE, 2) description d'une situation de départ pour les CVE en utilisant des données/tendances historiques, 3) réalisation d'une analyse des risques (c.-à-d. analyse des effets cumulatifs potentiels) – en tenant compte des effets cumulatifs sur toute l'échelle géographique et temporelle déterminée à l'étape 1 et en évaluant l'importance des répercussions sur les CVE par rapport aux seuils, 4) développer des mesures d'atténuation et un plan de surveillance pour permettre une gestion adaptative et efficace.

Canter *et al.* (2012) ont en outre indiqué une suite commune d'étapes pour l'évaluation et la gestion des effets cumulatifs des CVE concernant les projets proposés : 1) déterminer les effets croissants de l'ouvrage proposé, 2) déterminer d'autres ouvrages dans la portée temporelle et spatiale du projet proposé, 3) recueillir les renseignements nécessaires sur les CVE, 4) relier le projet proposé et d'autres répercussions dans la zone d'étude sur les CVE, 5) évaluer l'importance des effets cumulatifs sur les CVE et 6) lorsqu'on s'attend à ce que les effets soient néfastes, élaborer des stratégies d'atténuation. Les phases de collecte de renseignements de base de toute EEC ou de toute prise en compte des effets cumulatifs correspondent aux points 1 à 3 indiqués par Canter *et al.* (2012) et demeurent notre point de mire. Les points 1 et 2 comprennent des renseignements sur le projet lui-même et sur la région où est réalisé l'ouvrage (section 2.2 du présent document). Le point 3 comprend des renseignements sur les CVE – nous n'utilisons pas le libellé des « CVE », mais traitons plutôt des poissons et de leur habitat dans la région de l'OEA – nous l'avons donc divisé en renseignements nécessaires sur les espèces de poissons (section 2.3) et en renseignements nécessaires sur l'habitat (section 2.4).

## **2.1. RENSEIGNEMENTS SUR L'OEA ET LA RÉGION**

Les renseignements nécessaires sur le projet et la région comprennent à la fois les activités associées au projet et à leurs pressions, et pour les éléments à prendre en compte relativement aux effets cumulatifs, l'état de base de l'écosystème (Bradford *et al.* 2014), parfois aussi appelé le « niveau de dégradation de l'écosystème ». Pour déterminer ces éléments, la première étape consiste à définir clairement la portée spatiale et temporelle (Bradford *et al.* 2014; Kenchington *et al.* 2013; Randall *et al.* 2013), puis à compiler les renseignements à l'échelle du bassin hydrographique. Un élément supplémentaire, indiqué par Cormier *et al.* (2022), idéal pour les éléments à prendre en compte relativement aux effets cumulatifs, mais pas toujours disponible,

---

est constitué par les objectifs et les cibles de la gestion de la région au sens large. En d'autres termes, si l'OEA se déroule dans un bassin hydrographique qui dispose d'un plan de gestion du bassin hydrographique ou d'une évaluation antérieure, l'OEA pourrait être considérée dans le contexte de ce qui a été jugé acceptable dans le bassin hydrographique.

### **2.1.1. Portée spatiale et temporelle**

Dans le cadre du processus d'examen d'une proposition, il convient de déterminer clairement l'empreinte du projet (Elliott *et al.* 2020); ci-après appelée « zone d'influence » de l'OEA. Les limites utilisées pour définir la zone d'influence auront une incidence considérable sur les renseignements recueillis sur les espèces et les habitats, et constituent une étape essentielle de tous les processus d'EEC (tableau A1). Canter *et al.* (2012) ont écrit que les limites territoriales devraient au minimum englober la zone géographique dans laquelle les effets de la proposition sont susceptibles de se produire. D'autres ont déclaré que l'échelle du paysage est appropriée pour la prise en considération des effets cumulatifs (CEQ 1997; Randall *et al.* 2013). Par exemple, une approche par bassin hydrographique permet de prendre en compte le transport des pressions (latéral/aval) et le déplacement des poissons dans le bassin hydrographique. Dans les lacs, il s'agit de mouvements latéraux et verticaux, tandis que dans les réseaux de cours d'eau, les poissons peuvent se déplacer latéralement et longitudinalement dans les rivières. Cela permet de mieux prendre en compte le contexte de base de l'habitat, les espèces qui s'y trouvent et les effets directs et indirects des pressions.

Bien que les recommandations sur les méthodes permettant de déterminer la zone d'influence dépassent le cadre de ce document, nous avons brièvement résumé les renseignements consignés ailleurs. La détermination de la zone d'influence permet aux biologistes chargés de l'évaluation de déterminer quels poissons et quel habitat de poissons sont concernés par le projet et ses répercussions, et doivent donc être inclus dans la détermination fondée sur le risque. Il existe trois limites spatiales définies dans les orientations pour la mise en œuvre de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* 2012 (LCEE). La zone d'influence « établit une limite spatiale au-delà de laquelle les effets environnementaux résiduels du projet désigné et d'autres activités physiques sur une composante valorisée donnée ne sont pas détectables » (AEIC 2018). La zone d'étude locale est celle où des effets concrets, facilement compris et souvent atténuables se produiront (Hegmann *et al.* 1999). La zone d'étude régionale comprend les zones où il pourrait se produire des interactions possibles avec d'autres pressions (Hegmann *et al.* 1999). De même, Elliot *et al.* (2020) ont décrit trois échelles spatiales différentes qui devraient être prises en compte : 1) l'empreinte de l'activité, où l'activité a lieu, 2) l'empreinte des pressions, où les pressions associées au projet sont ressenties, et 3) l'empreinte des effets, la zone où les effets néfastes sont ressentis. Dans ces deux définitions, il existe deux échelles spatiales importantes : celle où le projet local se situe à la plus petite échelle, et celle où les pressions sont réparties à la plus grande échelle.

Pour ce qui est de l'horizon temporel, bien que de nombreuses EEC tiennent compte des actions passées, présentes et futures dans la région, l'horizon temporel essentiel à prendre en considération est celui des effets hérités de l'activité elle-même. Autrement dit, le temps qu'il faudrait au système pour rebondir après la perturbation de l'habitat. Si l'effet consiste en une modification complète et qu'un type d'habitat précis est perdu, il n'y aura pas de rebond et les délais sont encore plus importants à prendre en compte, car le fait de ne pas reconnaître le changement comme une perte permanente aurait des conséquences importantes dans un contexte des effets cumulatifs.

Les processus du SCAS antérieurs ont abordé trois échelles physiques de projets (Bradford *et al.* 2014; Randall *et al.* 2013). Il s'agit notamment a) des projets locaux plus susceptibles d'influer sur la quantité de l'habitat, b) des projets diffus susceptibles d'influer sur la qualité de

---

l'habitat, et c) des projets à grande échelle susceptibles d'entraîner une « transformation de l'écosystème », que l'on peut également prendre en compte comme des seuils écologiques. Il se peut aussi que certains projets aient à la fois des répercussions locales sur la quantité de l'habitat par des effets directs et des effets diffus sur la qualité de l'habitat par des effets directs ou indirects. Alors que Randall *et al.* (2013) et Bradford *et al.* (2014) ont mentionné que les projets à petite échelle peuvent avoir des répercussions si peu importantes qu'ils ne justifient pas un examen détaillé par des biologistes chargés de l'évaluation, du point de vue des effets cumulatifs, ce n'est pas nécessairement le cas. Qu'il s'agisse d'un seul grand projet ou d'une série de petits projets, chacun d'entre eux peut entraîner une transformation de l'écosystème (c.-à-d. un changement dans la structure ou la fonction de l'écosystème). Les conséquences liées au fait d'ignorer une accumulation de modifications mineures peuvent être considérables. Minns (2012) a souligné qu'à l'époque, l'accent mis sur les grands projets ne tenait pas compte de cette accumulation et ne tenait pas compte de la fréquence élevée des petits projets dont les répercussions globales dépassent probablement ceux des grands projets. Nous avons examiné l'importance de tenir compte de nombreux petits projets par des exemples de réseaux de lacs et de rivières.

Dans les réseaux lacustres, les exemples comprennent l'accumulation dans le plan d'eau de nombreux petits apports provenant de facteurs externes tels que les polluants ou la modification de l'habitat physique comme la modification du littoral. Les changements dans l'utilisation des terres, notamment l'agriculture, la déforestation et l'aménagement de surfaces imperméables, peuvent entraîner une charge excessive de nutriments et des pertes ou des modifications importantes de l'habitat du poisson (p. ex. Cornwell *et al.* 2015; Evans *et al.* 1996).

L'augmentation du phosphore total, par exemple, peut entraîner une réduction de la qualité de l'eau et une diminution des espèces de poissons intolérants (Jennings *et al.* 1999). Par ailleurs, l'augmentation progressive de l'aménagement du littoral à des fins résidentielles et commerciales, comme les structures de contrôle de l'érosion, peut entraîner une diversité de changements dans l'écosystème des lacs (Engel and Pederson Jr 1998). Il s'agit notamment des modifications de l'hydrodynamique, de la composition des communautés d'espèces (Jennings *et al.* 1999), de la modification de l'habitat physique (Jennings *et al.* 2003) et de la modification de l'habitat biologique (Elias et Meyer 2003). Dans certains cas, il peut y avoir un mélange d'utilisation des terres à des échelles différentes, ce qui provoque les changements observés.

Dans les environnements fluviaux, les exemples comprennent une accumulation de prélèvements d'eau ou une perte de connectivité résultant de nombreuses petites activités qui peuvent s'additionner pour aboutir à une modification importante de l'habitat. Des modifications importantes du débit des réseaux fluviaux canadiens ont eu lieu (MPO 2013; Linnansaari *et al.* 2012). Un processus antérieur du SCAS du MPO a déterminé qu'une réduction du débit de moins de 10 % du débit naturel est considérée comme peu susceptible d'avoir des répercussions sur la productivité des pêches (MPO 2013; Linnansaari *et al.* 2012), tout en reconnaissant qu'une accumulation des réductions de débit supérieures à cette valeur peut avoir des conséquences sur l'écosystème. Bien qu'un seul projet puisse entraîner une petite quantité d'extraction d'eau, l'addition de plusieurs projets peut entraîner une modification importante des débits. En ce qui concerne la connectivité, si les barrages sont reconnus comme des projets à grande échelle qui entraînent une transformation de l'écosystème, les modifications à petite échelle comme les ponceaux associés aux passages routiers et ferroviaires, lorsqu'elles sont accumulées en grand nombre, peuvent réduire l'accessibilité de l'habitat pour les poissons (Sheer et Steel 2006). Beechie *et al.* (1994) ont signalé une perte de 37 km d'affluents en raison des ponceaux qui ont bloqué le passage des poissons dans le bassin hydrographique de Skagit, aux États-Unis. Par conséquent, l'accumulation de nombreux petits changements peut avoir des conséquences importantes sur les habitats des lacs et des

---

rivières et, par conséquent, sur des bassins hydrographiques entiers. Les petits projets doivent être pris en compte en même temps que les projets de taille moyenne ou de grande taille en ce qui concerne leurs effets cumulatifs.

### **2.1.2. Déterminer les pressions associées à l'OEA**

L'ensemble suivant de besoins en matière de renseignements concerne l'OEA lui-même. Toutes les pressions associées au projet doivent être indiquées. Cela se fait actuellement à l'aide des [outils de séquences des effets](#), qui sont en cours de révision dans le cadre d'un processus du SCAS distinct (Brownscombe et Smokorowski 2021). Ce processus distinct du SCAS évalue l'exactitude et l'exhaustivité des diagrammes de séquences des effets mis à jour afin de s'assurer que les liens entre les OEA et leurs effets possibles sur le poisson et son habitat sont complets. Les renseignements sur les répercussions ou les pressions particulières associées à un OEA sont les points principaux abordés aux sections suivantes, où les espèces présentes et la sensibilité des habitats sont déterminées. Il est important pour les éléments particuliers à prendre en compte relativement aux effets cumulatifs de déterminer les pressions précises, car celles-ci seront prises en compte lorsqu'il s'agira de déterminer si d'autres activités dans la région ont des effets similaires (CEQ 1997) ou s'il existe de nombreuses pressions avec des réactions variables du système qui peuvent être antagonistes ou synergiques.

### **2.1.3. Déterminer les conditions de référence de la région**

La prise en compte effets cumulatifs requiert une compréhension des conditions de référence et du paysage actuel des modifications apportées par les humains dans la zone d'influence. Cela peut être considéré comme le niveau de perturbation passé. Les conditions de référence permettent de comprendre à quel point la région est touchée, quelles activités et pressions connexes sont actuellement présentes et, par conséquent, comment l'habitat dans la zone d'influence peut réagir à un stress supplémentaire. Ces renseignements sont étroitement liés à ceux présentés ci-dessous sur la sensibilité des poissons et de leur habitat, car la sensibilité à un stress supplémentaire peut être influencée par le niveau de stress déjà existant pour une espèce de poisson ou un habitat.

Bien qu'il existe un paysage de compétence diversifié au Canada et que de nombreuses activités ayant un effet sur les réseaux d'eau douce ne soient pas gérées par le MPO (p. ex. certains octrois de permis d'exploitation forestière et d'utilisation de l'eau sont gérés à l'échelle provinciale), ces activités et les pressions qui y sont associées sont très pertinentes pour comprendre la condition de chaque bassin hydrographique. L'ensemble plus vaste d'activités et de pressions associées qui ne relèvent pas de la compétence du MPO contribue tout de même à la compréhension de l'état actuel du poisson et de son habitat dans le contexte de toute modification ultérieure, et devrait être pris en compte dans chaque examen des OEA. Bien que les ressources permettant de déterminer la condition de référence soient discutées dans la section 2.3.2, dans de nombreuses situations, la condition de référence n'est pas connue pour un bassin hydrographique donné, et nécessite donc une approche de planification intégrée pour combler ce manque de connaissances à l'échelle du bassin hydrographique (voir Cormier *et al.* 2022).

## **2.2. RENSEIGNEMENTS SUR LES ESPÈCES DE POISSONS**

L'intégration des effets cumulatifs dans la prise de décisions concernant l'habitat des poissons pour l'examen des projets requiert des renseignements fondamentaux sur les espèces de poissons qui habitent la zone de l'OEA pour tous leurs processus vitaux ou une partie de ceux-ci. Les besoins précis en matière de renseignements sont les suivants : 1) les listes des

---

espèces de poissons, y compris les espèces indigènes, introduites, en péril, disparues (pour les raisons expliquées ci-dessous) et les espèces aquatiques envahissantes, 2) les caractéristiques de ces espèces, 3) le statut de ces espèces (bien qu'une espèce en péril ait un statut connu, les espèces indigènes peuvent être évaluées ou non, et les renseignements doivent être recueillis) et 4) leur sensibilité aux pressions pertinentes. Bien qu'un ensemble complet de renseignements provenant de cette liste soit idéal, il peut être difficile de les obtenir pour toutes les composantes. Les sous-sections suivantes décrivent la pertinence de ces renseignements et le volume croissant de ressources qui peuvent être exploitées pour combler les lacunes en matière de renseignements. Nous avons terminé cette section par une discussion sur la façon d'utiliser les sources de renseignements qui ont été compilées (tableaux 1 et 2), afin de déterminer de façon indépendante la liste des espèces les plus probables dans la région de l'OEA.

Les exemples et la littérature antérieure cités dans cette section sont axés sur les espèces de poissons d'eau douce, mais il est reconnu que la *Loi sur les pêches* est plus inclusive et définit les poissons ainsi : « 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, les larves, le naissain et les petits des animaux mentionnés à l'alinéa a) et au sous alinéa (i) ». Les méthodes décrites ci-dessous peuvent être utiles pour répondre à des besoins en matière de renseignements semblables pour les mollusques, les crustacés et les espèces marines.

### **2.2.1. Déterminer les espèces présentes**

La répartition spatiale des espèces de poissons d'eau douce au Canada est façonnée par plusieurs facteurs environnementaux. Il s'agit de facteurs historiques tels que la recolonisation postglaciaire, de facteurs à grande échelle comme le climat et la géologie, et de facteurs locaux comme la taille du lac ou la morphologie de la rivière, la communauté biotique et les habitats locaux (Jackson *et al.* 2001; Mandrak et Crossman 1992; Tonn 1990). La série complète d'espèces de poissons dans la zone de l'ouvrage proposé doit être déterminée dans le cadre de l'examen du projet; dans l'approche actuelle, cette liste est fournie par le promoteur et peut être basée sur un seul événement d'échantillonnage. Il est important de disposer de cette liste complète validée, car l'ampleur des effets cumulatifs dépend des caractères et des tolérances de la communauté de poissons dans la zone de l'OEA, et le fait de se concentrer sur un sous-ensemble d'espèces comporte le risque de manquer d'importants effets antérieurs. Cela comprend les espèces indigènes (existantes et disparues), les espèces introduites, les espèces aquatiques envahissantes (EAE) et les espèces en péril, pour lesquelles des renseignements sont déjà disponibles, comme les espèces en péril du registre de la [Loi sur les espèces en péril](#) (LEP). Dans de nombreux processus d'examen de projets, les espèces incluses sont celles qui sont considérées comme des CVE (Hegmann *et al.* 1999), cependant, comme la *Loi sur les pêches* s'applique à tous les poissons et à tous leurs habitats, la liste doit comprendre toutes les espèces de poissons dans la zone de l'OEA.

Les espèces disparues doivent être incluses, le cas échéant, car leur disparition peut être le signe d'activités humaines antérieures et de stress dans la région (Limburg et Waldman 2009). Par exemple, l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) a disparu d'une grande partie de la zone de drainage du lac Winnipeg en raison de la surexploitation commerciale et de la modification de l'habitat, généralement associées à la construction et à l'exploitation de barrages hydroélectriques (Ferguson et Duckworth 1997). Par conséquent, leur disparition reflète les schémas de fragmentation des rivières et d'aménagement des bassins hydrographiques. L'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) est une autre espèce qui a disparu de la majeure partie de son aire de répartition indigène (Hudy *et al.* 2008). Dans ce cas, leurs disparitions sont

---

révélatrices de la perte d'habitats d'eau froide dans les rivières associée à l'aménagement des bassins hydrographiques forestiers (Flebbe *et al.* 2006).

En plus des listes d'espèces fournies par les promoteurs, plusieurs sources de données peuvent être exploitées pour comprendre la répartition des espèces de poissons d'eau douce au Canada et dans la région d'un OEA (tableau 1). Une recherche sur Internet a été effectuée afin de compiler une liste de ressources pouvant être utilisées pour déterminer les espèces indigènes et non indigènes, les EAE et les espèces en péril dans la région de l'OEA. Les ensembles de données compilés sont les produits de la surveillance locale, provinciale, nationale et mondiale et des évaluations de répertoires de la répartition des espèces. Les données sur les espèces non indigènes (définies ici comme des espèces indigènes introduites en dehors de leur aire de répartition indigène) proviennent généralement des registres d'empoisonnement et, dans certaines instances, d'analyses génétiques. Les EAE sont suivis par de nombreux organismes gouvernementaux et de nombreuses organisations non gouvernementales. Les espèces en péril sont suivies par les gouvernements fédéral et provinciaux, ainsi que par des organisations non gouvernementales (tableau 1). Bien que nous nous soyons efforcés de déterminer les sources d'information facilement disponibles, il se peut que d'autres renseignements existent dans la littérature grise ou dans les dépôts de données internes de différents établissements.

### **2.2.2. Déterminer les caractéristiques des espèces**

Une fois que les espèces présentes dans la zone de l'OEA ont été déterminées, les renseignements sur les caractéristiques des espèces doivent être compilés et examinés, puisqu'elles ont une incidence sur la portée de l'utilisation de l'habitat. Les espèces de poissons d'eau douce connaissent des changements ontogénétiques d'habitat liés à l'évolution de leur alimentation, de leurs abris et de leurs besoins en matière de fraie au cours de leur cycle vital (Hayes et Landis 2004). Il y a quatre caractéristiques clés des espèces à prendre en compte : 1) le stade du cycle biologique, 2) les processus de vie entrepris, 3) la durée de présence et 4) les caractères fonctionnels. Le stade du cycle biologique présent dans la zone de l'OEA est lié à la façon dont l'habitat est utilisé (processus de vie) et à la durée de cette utilisation de l'habitat. Par exemple, si la zone du projet chevauche un habitat de fraie, il y aura à la fois des adultes et des œufs présents (si ce n'est plus de stades biologiques), et le moment et la durée de cette utilisation de l'habitat seront conformes à leur cycle biologique. Les caractères fonctionnels sont des caractéristiques morphologiques, biochimiques, physiologiques, phénologiques ou comportementales des organismes qui déterminent leur croissance, leur reproduction et leur survie (Nock *et al.* 2016; Violle *et al.* 2007). Les caractères qui sont souvent mesurés pour les poissons comprennent : la position trophique, la taille du corps, les préférences de température, la fécondité, le taux de croissance et la longévité (Keck *et al.* 2014). Les caractères fonctionnels peuvent dicter l'utilisation de l'habitat. Par exemple, les poissons à gros corps ont tendance à avoir des domaines vitaux plus étendus que les espèces à petits corps en raison de leur plus grande capacité de dispersion (Minns 1995), et les premiers peuvent fréquenter différents types d'habitats ou faire des incursions dans différentes parcelles de types d'habitats similaires plus souvent que les espèces à petits corps (Troia *et al.* 2019).

Du point de vue de l'examen des projets et des effets cumulatifs, il est important de comprendre la complexité des caractéristiques des espèces qui influencent l'utilisation de l'habitat à l'échelle communautaire. De nombreuses ressources à cet égard existent et ont été compilées (tableau 2). Ces données aideront les biologistes chargés de l'évaluation à déterminer la sensibilité des espèces et des communautés aux perturbations de l'habitat associées aux OEA proposés ou à déterminer les effets durables (portée temporelle) des OEA passés ou proposés. Par exemple, les espèces dont la durée de génération est plus longue auront un taux de

---

rétablissement plus lent après une diminution de la taille de leur population. La littérature et les ressources Internet concernant le cycle biologique et les caractères fonctionnels des espèces de poissons d'eau douce ont été synthétisées dans le présent document afin d'éclairer les évaluations de projets (tableau 2) et le développement d'outils nécessaires.

### **2.2.3. Déterminer le statut de toutes les espèces de poissons dans l'empreinte des effets**

En plus des renseignements de base sur les espèces présentes dans la zone du projet, la connaissance du statut des populations ou de la communauté présentes aidera à fournir une compréhension complète du système. Cela concerne non seulement le statut des espèces en péril, lorsque le statut est déjà connu, mais aussi les espèces indigènes, qui peuvent ne pas avoir été évaluées. Le statut reflète la façon dont les caractères des espèces réagissent aux conditions de l'habitat et peut donner un aperçu de la façon dont les répercussions passées ont pu (ou non) entraîner des changements dans la population. Le fait de savoir si une population ou une communauté de poissons est en bonne santé, si son abondance augmente, si elle est en déclin ou si elle est en danger permettra de déterminer si une nouvelle modification de l'habitat peut ou non avoir des répercussions à l'échelle de la population.

Un certain nombre de méthodes ont été utilisées pour déterminer le statut des espèces, y compris des modèles de la taille et de la trajectoire des populations, ainsi que des indices du statut lorsque l'estimation directe n'est pas possible. Les tendances démographiques sont souvent estimées dans les évaluations de stocks (p. ex. l'outil Pacific Salmon Explorer) à l'aide de paramètres comme les prises par unité d'effort, la densité, la biomasse ou l'occupation de l'habitat. D'autres mesures utilisées pour décrire le statut de la communauté comprennent les indices d'intégrité biotique, les indices de biodiversité et les spectres de taille de la biomasse (voir De Kerckhove *et al.* 2008; Fausch *et al.* 1990; Gaston *et al.* 2000; Medley *et al.* 2009). Des recherches sur Internet et par les instances ont été effectuées afin de déterminer les sources d'information facilement disponibles sur le statut des espèces (tableau 1). Plusieurs ressources locales, régionales, nationales et internationales ont été compilées, et ces renseignements peuvent être utilisés pour l'évaluation des projets et la prise de décision, lorsqu'elles sont disponibles pour la zone de l'OEA. Les données sur le statut peuvent également être facilement disponibles pour les espèces en péril évaluées par la liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) ou par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) (tableau 1).

Pour évaluer les effets cumulatifs, les biologistes chargés de l'évaluation doivent comprendre non seulement les espèces et l'habitat présents et leur statut, mais aussi la relation entre l'habitat et le statut de la population ou de la communauté. En d'autres termes, bien que nous ayons abordé séparément les processus de compilation des renseignements sur les espèces et des renseignements sur les habitats, les deux processus sont intrinsèquement liés, car le statut des espèces dépend de l'habitat (en plus d'autres activités, comme la pêche), et le niveau de disponibilité de l'habitat et de dépendance des espèces influencera le statut. Cependant, l'hétérogénéité des communautés de poissons, des habitats et des stress ainsi que la nature dynamique des écosystèmes rendent ces relations entre les espèces et les habitats difficiles à déchiffrer. Il existe de nombreux exemples empiriques (p. ex. Anlauf-Dunn *et al.* 2014; Downing et Plante 1993; Rosenfeld *et al.* 2000) et de nombreux modèles écologiques ont également été élaborés pour mettre en évidence certaines de ces relations. Par exemple, Bradford *et al.* (2014) présentent une synthèse des modèles qui établissent un lien entre la productivité ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{année}^{-1}$ ) et les caractéristiques du cycle biologique comme la taille du corps (taux de croissance de la population;  $r$ ), le paramètre de croissance ( $k$ ), la fécondité et l'âge à la maturité ( $T$ , années). Randall et Minns (2000) ont élaboré un indice de productivité de l'habitat qui peut



---

être utilisé pour mesurer la capacité productive des habitats comme la somme de la production de tous les poissons cohabitant sur une période définie dans une zone définie. Hayes *et al.* (2009) ont décrit comment l'habitat peut être quantifié dans une zone d'étude et lié à des modèles de population structurés selon l'âge pour déterminer comment la disponibilité et les pressions de l'habitat ont un effet sur les poissons. Le MPO (2014b) a décrit les relations entre la productivité et la réaction de l'état qui décrivent la réaction probable de la productivité des pêches à divers types de changements d'habitat [liés à la séquence des effets](#). De nombreux diagrammes de séquence des effets ont été élaborés en utilisant des substituts de la productivité, et des lacunes subsistent dans notre connaissance des relations entre la condition des habitats et le statut des espèces.

#### **2.2.4. Déterminer la sensibilité des espèces aux pressions pertinentes**

La plasticité des caractères des espèces détermine leur tolérance et leur capacité à réagir aux répercussions des perturbations individuelles et cumulatives. Les espèces plus sensibles réagissent davantage aux pressions extérieures que les espèces moins sensibles. La variation de la sensibilité des espèces peut influencer directement leur probabilité de déclin, de mise en danger et finalement d'extinction (Keinath *et al.* 2017). Certains facteurs à prendre en compte lors de l'évaluation des espèces et des communautés dans la zone de l'OEA sont les tolérances et la capacité d'adaptation de ces espèces, leur spécialisation dans l'habitat et les déclencheurs environnementaux de leurs processus vitaux (p. ex. la phénologie de la fraie).

Les effets cumulatifs peuvent amplifier l'ampleur de certaines pressions ou augmenter le nombre de pressions qui mettent à l'épreuve les tolérances des poissons. Dans une situation idéale, les pressions découlant de l'OEA et les sensibilités de toutes les espèces présentes dans la zone de l'OEA à ces pressions seraient connues. Malheureusement, c'est rarement le cas, mais les connaissances progressent. Bon nombre des modèles décrits ci-dessus (2.2.3) peuvent être utilisés pour donner un aperçu lorsque les données manquent pour déterminer la sensibilité de différentes espèces à différentes perturbations. Les bases de données de caractères déterminées dans ce document peuvent être utilisées pour comprendre les sensibilités des espèces (p. ex. Jarić *et al.* 2019), et des bases de données empiriques sur la sensibilité de certaines espèces à certaines perturbations sont facilement disponibles (tableau 2). Par exemple, Trebitz *et al.* (2007) ont dérivé des estimations de la tolérance à la turbidité pour 54 espèces de poissons dans les zones humides côtières des Grands Lacs et Tang *et al.* (2019) résumant la tolérance et la sensibilité à l'oxygène pour des communautés d'espèces de poissons dans les Grands Lacs.

#### **2.2.5. Comment déterminer de manière uniforme les espèces dans la zone de l'OEA**

Les renseignements locaux et ceux fournis par le promoteur devraient permettre de bien comprendre les espèces présentes dans la zone de l'OEA, mais si ces renseignements ne sont pas disponibles ou sont incomplets, une combinaison de données à plus grande échelle et des caractères des espèces déterminés ci-dessus peut être utilisée pour déterminer quelles espèces sont probablement présentes. Un exemple d'arbre de décision illustre la manière dont les renseignements peuvent être hiérarchisés pour déterminer la probabilité de présence ou d'absence d'une espèce (figure 3). Dans certains cas, les caractéristiques et les caractères de l'habitat évalués peuvent dépendre des renseignements sur l'habitat fournis par le promoteur; par conséquent, la série de filtres (p. ex. substrat, végétation) doit être modifiée en conséquence. Le premier filtre de l'arbre est la liste des espèces du bassin hydrographique tertiaire disponible dans l'outil d'évaluation de l'habitat et de l'écosystème (HEAT) (MPO 2019b) (tableau 1). Les listes des espèces pour les bassins hydrographiques tertiaires peuvent être

---

considérées comme des regroupements d'espèces régionaux. Le filtrage des espèces par bassin hydrographique permettra de s'assurer que les espèces dont l'aire de répartition est limitée, par exemple, au bassin des Grands Lacs, ne se retrouveront pas toutes dans la zone de l'OEA dans l'ouest du Canada. Le deuxième filtre peut être la préférence pour un écosystème aquatique, p. ex. un lac, une rivière, une zone humide, qui peut être déterminée à l'aide de ressources telles que Coker *et al.* (2001) et l'outil HEAT (tableau 2).

Les caractéristiques de l'habitat dans la zone d'influence peuvent ensuite être comparées aux caractères des espèces (tableau 2) afin de déterminer quelles espèces sont susceptibles d'être présentes dans la zone concernée. En tant qu'ectothermes, les communautés de poissons et la répartition des espèces individuelles au Canada sont fortement influencées par la disponibilité d'un habitat thermique approprié (Caissie 2006; MacDougall *et al.* 2018). La température de l'eau régit les processus métaboliques qui permettent aux espèces de persister dans différents habitats. Par conséquent, le troisième filtre pour déterminer les espèces dans la zone de l'OEA est la guildes thermique et plusieurs références qui déterminent les guildes de différentes espèces sont disponibles (tableau 2). Les caractéristiques physiques de la zone de l'OEA peuvent être utilisées pour déduire ou déterminer les conditions thermiques probables dans la zone du projet et les répercussions des changements thermiques sur les différentes guildes (p. ex. Wenger *et al.* 2011). Par exemple, si la zone de l'OEA se trouve dans un petit lac peu profond du sud de l'Ontario, il est peu probable que l'on y trouve des espèces lacustres d'eau froide comme le touladi (*Salvelinus namaycush*), même si l'on peut les trouver dans des lacs profonds du même bassin hydrographique tertiaire. De même, certaines espèces présentes dans les régions froides des cours d'eau d'amont sont moins susceptibles d'être trouvées dans les tronçons chauds d'évacuation. Plusieurs études, programmes de surveillance et modèles existent pour comprendre ou estimer les conditions thermiques probables dans la zone de l'OEA si ce renseignement n'est pas facilement disponible (p. ex. le modèle de profil de température saisonnier pour les lacs dimictiques, Minns et Shuter, 2012; le modèle empirique de la température maximale hebdomadaire moyenne des cours d'eau en Colombie-Britannique, Moore *et al.* 2013).

La série suivante de filtres utilise des conditions d'habitat à plus petite échelle, comme le régime d'écoulement, la chimie de l'eau, la végétation ou le substrat, pour déterminer la présence ou l'absence d'espèces (figure 3). Par exemple, dans les rivières, les régimes d'écoulement (ampleur, fréquence, moment, durée et taux de variation des débits) déterminent leur intégrité écologique et les espèces sont adaptées à différents régimes (Macnaughton *et al.* 2016; Poff *et al.* 1997). Par conséquent, le régime d'écoulement dans la zone de l'OEA (synthèse nationale des rivières mesurées au Canada disponible) par Jones *et al.* (2014) peut être utilisé pour filtrer les espèces présentes. Autrement ou en plus, si la zone du projet comprend des habitats de sable, on pourrait filtrer la liste des espèces pour obtenir celles qui utilisent le sable pour une partie ou la totalité de leur cycle de vie. De même, si une partie de la zone du projet est recouverte de macrophytes émergents et submergés, la liste des espèces peut être davantage filtrée pour obtenir celles qui préfèrent la végétation pour une partie ou la totalité de leur cycle de vie (figure 3). L'outil HEAT peut être utilisé pour déterminer les habitats disponibles pour les espèces présentes dans une zone de projet grâce à des matrices de la profondeur, de la végétation et des associations de substrat (MPO 2019b). Le nombre de filtres inclus dans l'arbre de décision dépend finalement de ce que l'on sait des conditions de l'habitat dans la zone de l'OEA. Bien qu'un exemple fluvial et d'eau froide soit présenté pour des raisons de simplicité (figure 3), plusieurs types d'habitats (p. ex. rivières et lacs; ou régimes thermiques, comme l'eau froide et l'eau tempérée) peuvent être considérés simultanément et utilisés pour des décisions pratiques fondées sur les objectifs en matière de pêche et d'habitat et sur les groupes ou les stades biologiques qui sont les plus susceptibles d'en tirer avantage ou d'être touchés.

Cette approche peut également fonctionner pour déterminer quelles espèces en péril ou EAE se trouvent dans la zone du projet si les renseignements sur leurs préférences en matière d'habitat sont connus. Mais comme ces renseignements ne sont souvent pas connus pour les nouvelles espèces envahissantes, les renseignements sur l'habitat provenant de leur pays d'origine peuvent être utilisés pour définir leurs préférences en matière d'habitat. Comme les espèces en péril sont rares, il peut être difficile de déterminer leurs préférences en matière d'habitat. Dans ces cas, les renseignements provenant d'espèces étroitement apparentées ou d'espèces qui partagent des niches ou des guildes semblables peuvent améliorer la compréhension de leurs préférences en matière d'habitat. Les ensembles de données disponibles au sein du MPO, d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), du COSEPAC et d'autres organismes régionaux ou locaux peuvent être utilisés pour déterminer quelles espèces en péril ou EAE sont présentes ou absentes (tableau 1).

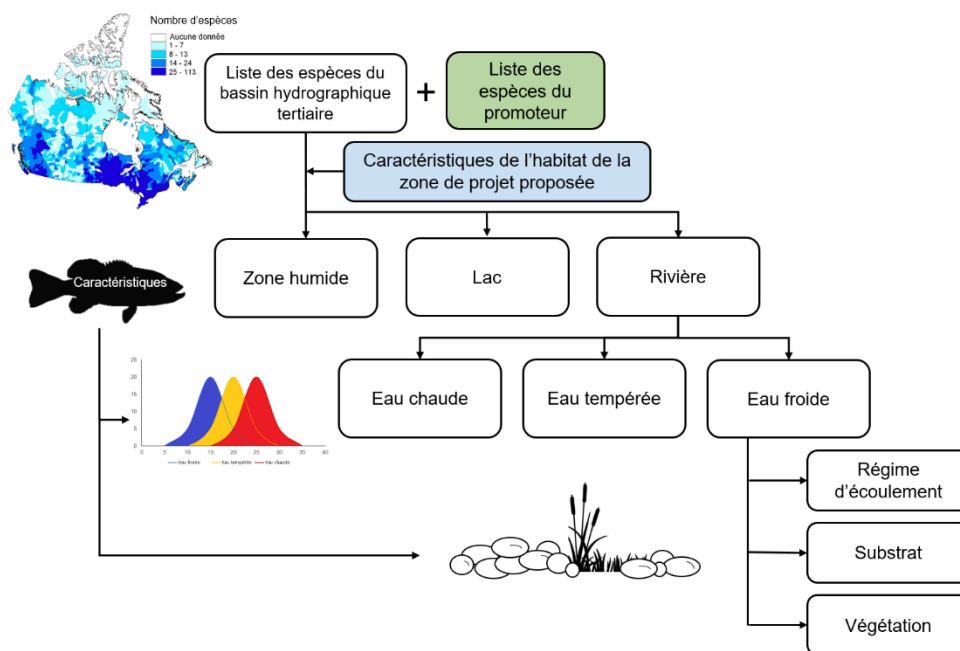


Figure 3. Exemple d'arbre de décision montrant comment les données sur les caractères peuvent être utilisées pour déterminer quelles espèces de poissons sont susceptibles d'être trouvées dans la zone de l'OEA ou dans les différents types d'habitats de la zone de l'OEA, lorsque les listes des espèces du promoteur sont incomplètes ou doivent être vérifiées.

### 2.3. RENSEIGNEMENTS SUR LES HABITATS

La *Loi sur les pêches* définit l'habitat comme suit : « Les eaux où vit le poisson et toute aire dont dépend, directement ou indirectement, sa survie, notamment les frayères, les aires d'alevinage, de croissance ou d'alimentation et les routes migratoires ». Les renseignements sur les habitats comprennent la mosaïque de conditions créées par les interactions entre les variables physiques (p. ex. le type de substrat), chimiques (p. ex. la chimie de l'eau) et biologiques (p. ex. les plantes formant l'habitat, la concurrence avec d'autres individus) dans la zone du projet (Minns et Wichert 2005). Ainsi, contrairement au processus de détermination des espèces de poissons et de leurs caractéristiques, les habitats peuvent être considérés comme un ensemble de caractéristiques couvrant de multiples dimensions. Cela fait en sorte que les habitats sont plus compliqués à comprendre dans le contexte de leurs réactions au stress. Prenons le cas d'un changement de température du cours d'eau provoqué par un nouveau projet. Lorsqu'on

---

examine la réaction d'une espèce de poissons à un changement de température du cours d'eau, on prend en compte les stades biologiques présents et leur sensibilité à ce changement. Cependant, lorsque l'on examine la réaction d'un habitat à un changement de température d'un cours d'eau, on peut s'intéresser à la fois aux plantes aquatiques qui forment l'habitat et à la façon dont elles réagissent à la température, mais aussi considérer la température elle-même comme une caractéristique de l'habitat. Dans ce cas, il y a plus d'aspects à prendre en compte concernant les réactions de l'habitat que celles des poissons, ce qui crée des défis lorsqu'on essaie de comprendre les réactions de l'habitat à une pression individuelle, et encore plus lorsqu'il s'agit de pressions cumulatives. De plus, les caractéristiques des habitats ne sont pas constantes au fil du temps, elles sont dynamiques avec des variations dues aux fluctuations naturelles et aussi à des pressions persistantes (p. ex. les changements climatiques). Ainsi, toute compréhension d'un habitat à un moment donné n'est qu'un instantané et ne caractérisera probablement pas sa dynamique.

Dans cette section, nous nous sommes concentrés sur trois principaux besoins en matière de renseignements : 1) déterminer les habitats dans la zone d'influence, 2) déterminer le statut actuel de cet habitat et 3) déterminer la sensibilité de cet habitat aux pressions pertinentes. Tous ces éléments contribuent à comprendre comment un habitat peut changer à la suite de l'ajout des OEA à l'étude. Comme pour les besoins en matière de renseignements sur les espèces ci-dessus, cette liste est idéale, cependant, dans de nombreux cas, un ensemble complet de renseignements n'est pas réalisable à ce stade. Quoi qu'il en soit, les sous-sections suivantes soulignent la pertinence de ces renseignements pour le PPPH dans le contexte des effets cumulatifs et le volume croissant de ressources qui peuvent être exploitées pour combler l'insuffisance de renseignements.

### **2.3.1. Déterminer les caractéristiques des habitats présents**

Les habitats d'eau douce au Canada sont vastes, diversifiés et nombreux, comptant environ 2 millions de lacs, des millions de kilomètres de ruisseaux et de rivières, et environ 1,29 million de km<sup>2</sup> de zones humides. Des ensembles de données nationales et régionales sur les répartitions spatiales des bassins hydrographiques, des lacs, des rivières et des zones humides sont disponibles pour les répercussions de l'évaluation des OEA (tableau 1). Ces données sont périodiquement affinées à mesure que des technologies de surveillance plus avancées (p. ex. des enregistreurs de données peu coûteux), ainsi que l'imagerie et la cartographie par satellite, permettent de voir et de cartographier les zones développées et éloignées du pays avec une plus grande précision. Selon l'échelle de l'OEA proposé, il peut être nécessaire de comprendre quels plans d'eau sont connectés du point de vue hydrologique à la zone proposée. Cette connectivité est importante lors de l'évaluation des effets cumulatifs, car les effets latéraux et longitudinaux peuvent être atténués ou amplifiés selon l'emplacement de l'OEA proposé par rapport aux autres écosystèmes aquatiques (Lapointe *et al.* 2014).

Les descriptions des types d'habitats particuliers dans la zone de l'OEA sont actuellement déterminées à partir des renseignements soumis par les promoteurs, qui utilisent une variété de moyens pour déterminer ces habitats. Dans le cas d'une évaluation indépendante, ils pourraient être cartographiés à l'aide de données spatiales recueillies par télédétection, hydroacoustique ou vidéo sous-marine (Bakelaar *et al.* 2004; Koops et Chu 2001). Du point de vue des effets cumulatifs, le nombre d'espèces et la complexité des effets peuvent augmenter à mesure que le nombre de types d'habitats augmente dans la zone de l'OEA; il est donc essentiel de bien prendre en compte des habitats. En outre, il est important de reconnaître que, les habitats étant dynamiques, les effets peuvent se manifester différemment selon les échelles spatiotemporelles, p. ex. les zostères marines; Murphy *et al.* 2021).

---

Il est nécessaire de comprendre les caractéristiques de l'habitat dans la zone de l'OEA pour évaluer la façon dont les effets cumulatifs actuels et futurs peuvent perturber la quantité, la qualité et le fonctionnement de ces habitats. Les classifications des habitats, qui sont des regroupements de caractéristiques d'habitats, sont informatives pour les évaluations de projets, car elles déterminent les similitudes et les différences entre les variables des habitats, fournissent un cadre pour faire des prédictions sur les répercussions des effets cumulatifs dans des systèmes similaires ailleurs, et fournissent un langage commun pour un suivi et une gestion efficaces. Cependant, notre capacité de prédiction est limitée par la connaissance du système, qui est généralement déterminée par l'étendue du suivi et des évaluations en cours avant et après la réalisation des OEA. Bien qu'il n'existe pas actuellement de classification nationale des habitats d'eau douce, il existe certaines classifications régionales (tableau 1). De même, bien qu'il n'existe pas d'approche uniforme de la surveillance à l'échelle nationale, le fait d'assurer le suivi de données semblables pour tous les projets contribuera à une compréhension plus large et plus complète de l'état de l'habitat.

Pour quantifier l'étendue et la qualité de l'habitat, il faut comprendre les caractéristiques abiotiques d'un type d'habitat particulier qui sont nécessaires à la croissance, à la survie et à la persistance des individus ou des populations de poissons (c.-à-d. la niche fondamentale; Peterson *et al.* 2011; Rosenfeld 2003). Cependant, il est difficile de déterminer les besoins en matière d'habitat de ces processus vitaux. C'est pourquoi les écologistes s'appliquent souvent à démontrer la sélection de l'habitat; pour ce faire, ils établissent un lien entre l'occupation d'un habitat particulier et la densité ou la fréquence d'utilisation (Rosenfeld 2003). Mais comme la sélection de l'habitat ne tient pas directement compte des conséquences sur les processus biologiques (p. ex. le taux de croissance) ou l'évitement d'un habitat particulier, elle ne reflète pas nécessairement les besoins d'un individu en matière d'habitat. En l'absence de ces données, on s'est efforcé de quantifier les associations d'habitats (c.-à-d. l'utilisation de l'habitat) sur de grandes échelles spatiotemporelles, puis d'utiliser une catégorie de modèles statistiques avancés pour déduire l'importance relative des types d'habitats en fonction des relations entre les espèces et la réaction de l'habitat (Guisan et Thuiller 2005). Ces modèles ont évolué à partir d'itérations antérieures de modèles d'aptitude des habitats, peuvent traiter un large éventail de types de données (p. ex. la présence uniquement, la présence ou l'absence, l'abondance) et sont en mesure de tenir compte de processus importants qui peuvent entraver la compréhension précise des relations entre les espèces et l'habitat (Guisan et Thuiller 2005; MacKenzie *et al.* 2002; Rosenfeld 2003). Par exemple, les modèles de détection et d'occupation sont une forme de modèles linéaires généralisés qui peuvent fournir des relations plus précises entre les espèces et l'habitat en tenant compte de la détection imparfaite pendant l'échantillonnage (Comte et Grenouillet 2013; MacKenzie *et al.* 2017, 2002). Les indices de qualité de l'habitat (IQH) sont également utilisés depuis des décennies pour déterminer la quantité et la qualité de l'habitat disponibles pour une espèce dans une zone donnée (De Kerckhove *et al.* 2008; Wakeley 1988). Ces indices sont fondés sur les relations entre les espèces et l'habitat, qui permettent de noter la pertinence des variables de 0 à 1, 0 indiquant un habitat pauvre ou inadapté et 1 un bon habitat (Wakeley, 1988). Cependant, les IQH ne sont plus aussi largement utilisés, car ils donnent souvent des relations entre les espèces et l'habitat moins précises que celles obtenues à l'aide d'autres méthodes de modélisation statistique avancées (Railsback 2016).

Les associations d'habitats sont des éléments fondamentaux des outils de prise en compte des habitats. Plus précisément, la quantité et la qualité de l'habitat d'une espèce ou d'une communauté de poissons peuvent être quantifiées en utilisant les associations d'habitats dans un OEA ou un sous-ensemble d'habitats dans l'écosystème plus large. Par exemple, l'outil HEAT peut être utilisé pour déterminer les types d'habitats dans la zone de l'OEA (MPO 2019b). L'outil utilise des bases de données sur la répartition des espèces de poissons et leurs

---

associations d'habitats à différents stades biologiques pour quantifier la pertinence d'un site ou d'une sous-zone aquatique pour ces espèces. Le principal résultat est l'habitat disponible pondéré (zone convenable ou utilisable pondérée) (MPO 2019b). L'outil HEAT intègre les caractéristiques de l'habitat définies par l'utilisateur et fournies par différentes sources de renseignements (p. ex. évaluations environnementales des promoteurs, rapports, documents ou bases de données accessibles au public). Les utilisateurs saisissent l'emplacement de leur projet et des renseignements sur les profondeurs d'eau (catégories 0 à 1, 1 à 2, 2 à 5, 5 à 10 et 10+ mètres), les types de végétation (émergente, submergée, sans couverture) et les types de substrats (roche, substrat rocheux, gros galet, caillou, galet, gravier, sable, limon, argile et argile durcie) dans la zone du projet ainsi que d'autres facteurs qui peuvent être saisis comme facteurs d'ajustement de la qualité. L'outil HEAT utilise ensuite ces renseignements pour créer des parcelles d'habitat et quantifier l'habitat disponible pondéré pour la communauté de poissons (MPO 2019b). Du point de vue des effets cumulatifs, l'outil HEAT peut être paramétré en utilisant différents scénarios d'habitat (p. ex. avant et après le projet) pour comprendre les changements possibles dans les habitats disponibles.

Une recherche sur Internet a permis de trouver des sources supplémentaires de renseignements facilement disponibles sur les caractéristiques et la classification des habitats des poissons d'eau douce (tableau 1). Par exemple, Conservation de la nature Canada a mis au point une classification pour la région des Appalaches septentrionales et de l'Acadie, qui classe tous les cours d'eau de la région en fonction de cinq variables écologiques : taille, gradient, température, alcalinité et influence des marées (Millar *et al.* 2019).

### **2.3.2. Déterminer le statut de l'habitat**

Après avoir décrit l'habitat et ses caractéristiques, les renseignements disponibles, combinés à d'autres sources, peuvent être utilisés pour déterminer le statut de l'habitat dans la zone d'influence. Les conditions de référence (conformément à celles mentionnées dans la section 2.1.3) permettent de comprendre à quel point la région est touchée, quelles activités et pressions associées sont actuellement présentes et, par conséquent, les nuances dans la façon dont le système peut réagir à un stress supplémentaire. Les habitats des régions éloignées et vierges du Canada, qui sont peu perturbés par les activités anthropiques, sont probablement en relativement bon état, mais dans les régions plus développées, les habitats actuels peuvent refléter des vagues répétées de perturbations (Harding *et al.* 1998). Par exemple, les bassins hydrographiques du sud de l'Ontario où la couverture forestière naturelle a été remplacée par des terres agricoles et, plus récemment, par une couverture imperméable liée au développement urbain et suburbain sont les plus dégradés (Allan *et al.* 2013).

Le statut de l'habitat peut être déterminé de différentes manières. Premièrement, des bases de données de surveillance décrivant l'état de l'habitat ou certaines variables de l'habitat sont disponibles pour différentes régions du pays. Le statut et les tendances signalés dans ces bases de données peuvent être utilisés pour déterminer la condition de la zone de l'ouvrage proposée, si la zone du projet chevauche des sites surveillés (tableau 1). Par exemple, les projets approuvés par le passé ont été saisis dans le Système de suivi des activités du programme pour l'habitat (SAPH) au cours des dernières années et les données de certains projets pourraient être extraites pour fournir un contexte de référence historique (MPO 2014) ou les données nationales de surveillance à long terme de la qualité de l'eau d'ECCC peuvent être utilisées pour déterminer la qualité et l'état de l'eau. D'autres ensembles de données nationales, comme HydroATLAS, comprennent des données sur l'habitat qui peuvent être utilisées pour évaluer la condition de l'habitat à l'aide de paramètres comme l'utilisation des terres dans les bassins hydrographiques en amont ou la fragmentation des cours d'eau (Linke *et al.* 2019; voir les ressources supplémentaires dans le tableau 1).

---

Deuxièmement, bon nombre des outils décrits pour évaluer le statut des espèces ou des communautés ci-dessus (section 2.2.3) peuvent également refléter l'état de l'habitat. Les résultats provenant de ces outils (p. ex. l'abondance, la présence ou l'absence) peuvent également être paramétrés pour différents scénarios d'habitat afin de déterminer comment les conditions actuelles dans la zone de l'OEA se comparent aux attentes dans des conditions d'habitat quasi vierge ou d'autres conditions pertinentes. Par exemple, les modèles linéaires généralisés peuvent être utilisés pour élaborer des courbes de réaction des espèces dans tous les gradients d'habitat afin de déterminer la gamme des conditions environnementales qui sont les meilleures pour une espèce individuelle ou un assemblage de communautés. Les courbes de réaction basées sur des paramètres abiotiques (p. ex. la température, l'oxygène dissous) peuvent être reliées à des seuils physiologiques (Eliason *et al.* 2011; Tang *et al.* 2020) et à des indices de productivité (Koops *et al.* 2013). Une gamme de conditions optimales peut être utilisée pour guider la détermination de l'état de l'habitat en l'absence de données empiriques. L'outil HEAT peut également être soumis à un test de scénario afin de déterminer l'état actuel de l'habitat dans la zone de l'OEA. Si la condition d'un habitat vierge, passé ou autre est connue, l'outil HEAT peut être utilisé pour comparer les zones convenables pondérées entre l'habitat actuel et ces conditions de référence (MPO 2019b).

Enfin, des ensembles de données géospatiales sont disponibles pour certains stress partout au Canada et peuvent être utilisés pour rendre compte de l'état actuel des rivières, des lacs ou des zones humides, si la zone de l'OEA chevauche les étendues de ces bases de données (tableau 1). Par exemple, le Réseau routier national peut être utilisé pour déterminer le degré de fragmentation associé aux passages dans la zone de l'ouvrage proposée; toutefois, nous reconnaissons que les sources de données provinciales ou territoriales, c'est-à-dire locales, peuvent comprendre des renseignements à plus haute résolution (p. ex. les réseaux routiers de la Colombie-Britannique et de l'Ontario comprennent des chemins d'exploitation forestière qui ne sont pas pris en compte dans l'ensemble de données nationales), et que la qualité des données doit être prise en compte lors de l'application aux examens de projets. Comme les écosystèmes d'eau douce sont intrinsèquement liés à leurs bassins hydrographiques, les indices de stress des bassins hydrographiques peuvent être utilisés comme indicateurs de l'état de l'habitat (p. ex. Chu *et al.* 2014; Millar *et al.* 2019; WWF-Canada 2020; tableau 1). Lorsque les renseignements sur le statut de l'habitat ne sont pas disponibles, ou qu'ils sont fournis à une échelle plus grande que celle dont ont besoin les biologistes chargés de l'évaluation, la section de la planification intégrée du MPO devrait avoir pour priorité d'entreprendre des processus de planification à l'échelle des bassins hydrographiques afin de combler les lacunes en matière de données (voir Cormier *et al.* 2022).

### **2.3.3. Déterminer la sensibilité de l'habitat aux pressions pertinentes**

La sensibilité de l'habitat est un concept fréquemment utilisé pour définir ou mesurer la façon dont un habitat particulier réagira aux changements induits par des facteurs externes, qu'ils soient anthropiques ou naturels. Parallèlement à la sensibilité des espèces, les habitats les plus sensibles présenteront des réactions plus importantes au stress externe, que ce soit sur le plan de l'ampleur de la réaction ou de la durée jusqu'à ce que l'habitat puisse se rétablir. Cependant, la façon dont la sensibilité des habitats a été évaluée dans le passé est plus variable que la sensibilité des espèces; cela peut s'expliquer en partie par le fait que les habitats comportent souvent plusieurs composantes (physiques, chimiques et biologiques). Nous exposons en détail la façon dont la sensibilité de l'habitat a été définie et évaluée par les auteurs qui étudient les écosystèmes d'eau douce (Rood et Hamilton 1995; Webb *et al.* 1994) et marins (Eno *et al.* 2013; CIEM 2003; Korpinen et Andersen 2016; MacDonald *et al.* 1996). Les définitions comprises dans ce document ont été tirées d'articles de journaux et de littérature grise trouvés

---

à la fois dans le Réseau des bibliothèques scientifiques fédérales (auparavant la Bibliothèque scientifique fédérale) et dans le Web of Science.

La façon dont la sensibilité des habitats a été évaluée et définie varie considérablement (tableau 3). Les auteurs varient entre l'examen de la sensibilité d'un habitat et celle d'une pression particulière ou d'une série de pressions (p. ex. Aneseyee *et al.* 2020; Eno *et al.* 2013), et l'examen des caractéristiques générales d'un habitat et de son niveau de sensibilité global (MPO 2007). En outre, si certains auteurs intègrent explicitement des mesures de l'utilisation actuelle des terres dans les évaluations de la sensibilité des habitats (p. ex. Rood and Hamilton 1995), d'autres ne le font pas. La différence la plus importante entre les approches est la variation des paramètres utilisés pour évaluer la sensibilité des habitats. Certains auteurs ont évalué la sensibilité d'un habitat à l'aide d'une combinaison des caractéristiques de l'habitat et des espèces de poissons présentes dans l'habitat (MPO 2007; Hatfield Consultants 1996; Webb *et al.* 1994). Par exemple, la version 2007 du cadre du risque comprenait la sensibilité des espèces, la dépendance des espèces à l'égard de l'habitat, la rareté de l'habitat et la résilience de l'habitat dans la série de mesures représentant la sensibilité de l'habitat (MPO 2007). D'autres n'ont tenu compte que des caractéristiques de l'habitat (Aneseyee *et al.* 2020; MacDonald *et al.* 1996). Par exemple, MacDonald *et al.* (1996) ont défini la sensibilité de l'habitat comme une combinaison de la fragilité de l'habitat, de son rétablissement après un stress et de l'intensité de l'activité de l'agent de stress. Dans certains cas, un des facteurs limitants est le suivant : les mesures utilisées peuvent ne s'appliquer qu'à des types d'habitats particuliers; par exemple, le débit comme mesure dans Rood et Hamilton (1995) s'applique aux écosystèmes fluviaux et pas nécessairement aux lacs. Enfin, il est important de noter que très peu d'études incluent directement l'incertitude dans la mesure de la sensibilité de l'habitat ou de ses composantes (Rood et Hamilton 1995).

Un processus du SCAS précédent (Vandermeulen 2005) a utilisé la définition proposée par le Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM 2002) :

La sensibilité de l'habitat peut être définie selon l'ampleur et la durée des dommages causés par un facteur extérieur précis. La sensibilité peut désigner la fragilité structurale de tout l'habitat par rapport à un impact physique, ou l'intolérance de certaines espèces qui composent l'habitat à l'égard de facteurs environnementaux tels que l'exposition, les fluctuations de la salinité ou la variation de la température (CIEM 2002).

Nous proposons ici de définir la sensibilité de l'habitat comme étant le degré et la durée des dommages causés par un ou des facteurs anthropiques à l'habitat dans son état actuel, qui sont mesurés en évaluant la résilience et la résistance de l'habitat au facteur externe. Cette définition s'appuie sur celle du CIEM (2002), adaptée pour inclure le langage utilisé dans des publications plus récentes (Eno *et al.* 2013; Kenchington *et al.* 2013) et les concepts qui ont été précédemment appliqués aux évaluations en eau douce (MacDonald *et al.* 1996; Webb *et al.* 1994). Autrement dit, l'accent est mis sur les deux mesures de la *résilience* et de la *résistance*, qui peuvent être considérées comme étant en parallèle avec les termes du CIEM (2002). Le *degré* des dommages causés par un facteur externe est déterminé par la *résistance* d'un habitat à ce facteur. Un habitat plus résistant aura une plus grande capacité à supporter les changements de structure et de fonction causés par une ou des pressions qu'un habitat moins résistant. De même, la *durée* des dommages dans la définition du CIEM peut être évaluée en tenant compte de la *résilience* de l'habitat aux facteurs externes. Un habitat plus résilient reviendra à l'état antérieur non perturbé dans un délai plus court qu'un habitat moins résilient.

En se fondant sur l'approche d'Eno *et al.* (2013), nous avons défini la résilience et la résistance comme suit :



---

La **résistance** est la capacité de l'habitat actuel à maintenir ses caractéristiques biologiques, chimiques et physiques face à une perturbation temporaire ou prolongée, là où une résistance élevée entraîne de faibles niveaux de répercussions.

La **résilience** est le taux de rétablissement d'un habitat actuel après avoir subi des répercussions. Il s'agit du temps nécessaire à un habitat et à ses caractéristiques biologiques, chimiques et physiques pour retrouver son état caractéristique après une perturbation.

Bien que cette définition ne comprenne pas explicitement le niveau de stress dans la région de l'habitat, nous avons inclus une référence à l'*état actuel* de l'habitat. Il s'agit d'un élément important à prendre en considération afin de tenir compte des changements possibles des conditions de référence (Harding *et al.* 1998; Pauly 1995). Par conséquent, les mesures de résilience et de résistance dépendent de l'habitat dans son état actuel, où un écosystème fortement modifié peut présenter les caractéristiques d'un habitat moins (ou plus) résistant ou résilient.

Lors de l'examen de la littérature pour trouver des définitions de la sensibilité de l'habitat, deux autres termes sont fréquemment ressortis : la qualité de l'habitat et la quantité de l'habitat. De nombreux auteurs évaluent l'état actuel de la qualité de l'habitat (Aneseyee *et al.* 2020; Pirhalla 2004; Yao *et al.* 2017), sa réaction à l'utilisation des terres et le lien qui en découle avec la sensibilité des poissons. Les changements de qualité comprennent des modifications comme des changements en matière de débit, de sédiments ou de nutriments (Randall *et al.* 2013). Les termes « qualité de l'habitat » et « quantité de l'habitat » peuvent être considérés comme équivalents à ceux de la *Loi sur les pêches* : une réduction de la quantité équivaut à une « destruction » de l'habitat, tandis qu'une réduction de la qualité équivaut à une « détérioration » (Bradford *et al.* 2014; Randall *et al.* 2013).

Dans ce cas, la qualité de l'habitat peut être considérée comme un résultat, car on peut mesurer la qualité actuelle de l'habitat et le changement de qualité attendu après l'ajout d'un facteur externe au système. On peut aussi mesurer la qualité actuelle de l'habitat et estimer comment elle a changé en raison de l'utilisation antérieure des terres. Un habitat qui a subi des changements antérieurs qui en ont diminué la qualité peut également être qualifié d'habitat dégradé. Ce changement dans la qualité est alors lié à la fois à la résilience et à la résistance. Si le changement de qualité est à court terme, nous parlerons alors d'un habitat plus résilient, puisqu'il peut se rétablir rapidement (et l'inverse pour un changement dans la qualité à long terme). De même, si l'habitat subit un facteur externe important, mais que sa qualité ne change pas, on parlera alors d'un habitat résistant. Les mêmes liens peuvent être établis avec la quantité de l'habitat; toutefois, la quantité de l'habitat serait plus considérable. Par exemple, s'il y a une perte d'habitat causée par une activité humaine (p. ex. l'endiguement, Beechie *et al.* 1994); l'installation d'un barrage (Bradford 2020), il y a un changement dans la quantité de l'habitat. Ce changement important signifie que l'habitat n'était pas résistant à l'activité ou à la pression, et s'il s'agit d'une perte permanente d'habitat, alors l'habitat n'a aucune résilience, car il ne se rétablira jamais.

La compréhension de la résilience et de la résistance des habitats représente un défi parce que la quantité et la qualité des habitats n'ont historiquement pas été évaluées avant les perturbations, et dans de nombreuses régions du Canada, la variation naturelle de la condition des habitats est inconnue. Cette incertitude est aggravée par le fait que la résilience et la résistance sont susceptibles de changer dans les cas où une utilisation passée des terres (ou des effets cumulatifs) a eu lieu. Les ensembles de données à long terme, le suivi de l'efficacité et les activités de restauration telles que les données en matière de renseignements pour

---

certains projets dans le SAPH pourraient fournir des données empiriques à partir desquelles la résilience et la résistance peuvent être dérivées pour différents plans d'eau en fonction des perturbations connues ou des actions de remise en état. Par exemple, des observations sur 30 ans de données sur l'abondance des espèces pour les données de biosurveillance du zooplancton d'eau douce de l'Ontario, au Canada, ont été utilisées pour quantifier la résilience et la résistance relatives de leurs communautés aux perturbations (Lamothe *et al.* 2017). Afin d'ancrer ces concepts dans des contextes réels, nous avons examiné des exemples qui relient la résilience ou la résistance à des niveaux de répercussions antérieurs.

### 2.3.3.1. Exemples

Dans les bassins hydrographiques de Baptiste et de Gluskie, une expérience a été menée à la fin des années 1990 et au début des années 2000 pour discerner l'échelle de réaction (résistance) et le temps de rétablissement (résilience) des débits, des températures et des apports de sédiments des cours d'eau à la suite d'une exploitation forestière contrôlée (Macdonald *et al.* 2003b, 2003a). Il s'agissait d'une conception complète avant-après-contrôle-impact, où différentes sections des bassins hydrographiques ont été exploitées avec une faible rétention de la couverture végétale dans le bassin hydrographique (plus grandes répercussions), une forte rétention de la couverture ou aucune exploitation (contrôle). Les chercheurs ont constaté des réactions immédiates dans le débit de pointe, les températures des cours d'eau et les sédiments totaux en suspension dans l'année suivant immédiatement l'exploitation forestière. La plus grande augmentation du débit journalier moyen pendant la crue par rapport au cours d'eau témoin a dépassé 100 % (Macdonald *et al.* 2003a) et, dans un cas, une augmentation de 74 % des sédiments totaux en suspension. Les températures des cours d'eau étaient de 2 à 4 °C plus élevées dans le système à faible rétention et de moins de 1 °C plus élevées dans le système à forte rétention, ce qui montre que les changements dans les caractéristiques de l'habitat étaient importants et que les bassins hydrographiques enregistrés n'étaient pas résistants au changement. Cependant, l'ampleur des répercussions a été influencée par l'étendue de la détérioration de l'utilisation des terres, de sorte que dans le système à faible rétention, les répercussions étaient plus importantes. Les auteurs ont également observé des répercussions sur la résilience, car au cours de la période d'étude de cinq ans, les températures des cours d'eau ne se sont pas rétablies, pas plus que le débit de pointe, bien que les sédiments totaux en suspension aient diminué après deux ans dans le système à forte rétention et trois ans dans le système à faible rétention. Ainsi, comme pour la résistance, la résilience du système aux changements dans les sédiments totaux en suspension a été influencée par l'étendue de la détérioration de l'utilisation des terres (perte totale de la couverture végétale). Bien que ces activités d'exploitation forestière aient constitué un seul type d'activité et se soient produites à un moment précis, les deux scénarios – de rétention faible et élevée – permettent de comparer les cas où la détérioration cumulative de l'utilisation des terres aggrave la résilience et la résistance des caractéristiques des habitats aquatiques.

Dans un exemple plus complexe et plus nuancé, le rétablissement à la suite des répercussions passées des pluies acides dans les lacs autour de Sudbury a montré des niveaux variables de rétablissement en raison d'une combinaison des caractéristiques du bassin hydrographique du lac, de la proximité de l'utilisation des terres urbaines et des changements climatiques (Keller *et al.* 2018). Certains lacs plus proches de la ville ont montré un rétablissement des niveaux de pH, qui semble avoir été influencé par l'utilisation des terres, qui a contribué aux apports de nutriments qui ont augmenté la génération d'alcalinité (contrant l'acidification). Cependant, ces mêmes lacs situés à proximité d'un développement urbain subissent également des apports de métaux par ruissellement, ce qui contribue à une contamination permanente par les métaux et à un manque de rétablissement de certains d'entre eux. Il y a aussi des lacs éloignés de la ville qui ont été lents à se rétablir, en partie à cause de leur temps de rétention d'eau plus long. De

---

la même manière que les espèces dont la durée de génération est longue mettent plus de temps à se remettre des répercussions subies, ces lacs sont plus lents à retrouver un état moins acidifié (Keller *et al.* 2018). Bien que plus nuancé, cet exemple montre comment les répercussions passées, combinées aux caractéristiques fondamentales du système (p. ex. le temps de rétention de l'eau) interagissent pour modifier les temps de rétablissement et, par conséquent, la résilience. Étant donné les différents états actuels de ces lacs, cela modifiera leur sensibilité (leur résilience et leur résistance) aux répercussions futures, qui pourraient également contribuer à des pressions modifiant davantage les niveaux d'acidité ou la contamination par les métaux.

Contrairement à la sensibilité des espèces qui a été étudiée de manière beaucoup plus approfondie, les évaluations de la sensibilité des habitats sont moins fréquentes et utilisent des approches différentes (tableau 3) (Logan *et al.* 2020). De plus, l'évaluation du statut de l'habitat (un facteur contribuant à la sensibilité) peut être un processus très intensif s'il est effectué à une échelle de haute résolution (p. ex. Beechie *et al.* 2017). En outre, la quantification de la résilience et de la résistance de l'habitat pose ses propres défis liés à la réalisation de celle-ci à une grande échelle, alors qu'il peut y avoir des facteurs variables qui influencent ces caractéristiques.

### **3. EFFETS CUMULATIFS ET PROCESSUS D'ÉVALUATION DES RISQUES**

Le processus actuel d'examen des projets utilisé par le PPPH comporte un nombre déterminé d'étapes dans un cadre d'évaluation des risques; dans cette section, nous avons utilisé la discussion ci-dessus pour déterminer les domaines dans lesquels des renseignements supplémentaires doivent être recueillis afin de prendre en considération les effets cumulatifs dans l'examen des projets. Lorsque les biologistes chargés de l'évaluation entreprennent l'examen d'un projet, ils appliquent cette approche fondée sur les risques en utilisant un formulaire de documentation des risques. Les versions précédentes de l'approche fondée sur les risques sont disponibles en ligne (MPO 2007), mais la version la plus récente, révisée en 2019, le Guide de gestion des risques (GGR), n'est pas encore accessible au public.

#### **3.1. PROCESSUS D'EXAMEN D'UN PROJET ET PRISE EN COMPTE DES EFFETS CUMULATIFS**

L'énoncé de politique du PPPH (MPO 2019a) définit les effets cumulatifs comme suit : « Tout effet cumulatif néfaste pour le poisson et son habitat pouvant découler de l'ouvrage, de l'entreprise ou de l'exercice de l'activité, en combinaison avec l'exploitation passée ou en cours d'autres ouvrages ou entreprises ou l'exercice passé ou en cours d'autres activités ». Il indique aussi ce qui suit : « Le Ministère est chargé de recueillir les renseignements nécessaires pour tenir compte des effets cumulatifs d'un ouvrage, d'une entreprise ou d'une activité proposé ».

Ce processus d'évaluation des risques est utilisé pour déterminer si un OEA nécessite une lettre d'avis (un ensemble de recommandations non juridiquement contraignantes) ou un outil réglementaire (une autorisation aux termes de la *Loi sur les pêches*) avant que le projet puisse être mis en œuvre (Goodchild 2004). Au cours du processus d'application du GGR, les biologistes chargés de l'évaluation compilent les renseignements pertinents sur l'OEA (dont la plupart sont fournis par le promoteur) et, dans certaines circonstances, peuvent retourner auprès du promoteur pour demander les renseignements supplémentaires nécessaires. Ces renseignements sont ensuite résumés dans le formulaire de documentation des risques, qui expose les détails du processus d'évaluation des risques. Dans ce contexte, la prise en compte ajoutée des effets cumulatifs doit se faire pour chacun des projets. Cependant, nous avons indiqué dans la section 2.1.1 et dans d'autres sections du présent document l'importance des

---

approches à l'échelle du bassin hydrographique pour les éléments à prendre en considération relativement aux effets cumulatifs et le flux bidirectionnel de renseignements depuis la prise de décision propre au projet jusqu'à la planification et l'évaluation du bassin hydrographique (voir la figure 2 pour un diagramme schématisant les processus propres au bassin hydrographique et au site). Ce point est discuté plus en détail dans Cormier *et al.* (2022).

Nous donnons un aperçu des principales étapes de l'évaluation des risques dans le GGR du point de vue du PPPH, ce qui correspond au processus de collecte de renseignements que les biologistes chargés de l'évaluation entreprennent lorsqu'ils remplissent le formulaire de documentation des risques. Les étapes comprennent une série de phases pour compiler les renseignements nécessaires, qui sont ensuite intégrés dans une série de matrices de risques afin de déterminer le niveau de risque et décider si un outil réglementaire est nécessaire. La décision concernant les risques est finalement basée sur une combinaison de l'étendue spatiale des répercussions (au site, locales ou étendues), de la persistance des pressions (faible, modérée ou élevée) et de la sensibilité de la composante de l'habitat en question (faible, modérée ou élevée). Pour chacune des étapes de la compilation des renseignements du GGR, nous avons cerné les éléments associés nécessaires à la prise en compte des effets cumulatifs d'un point de vue scientifique dans le but d'éclairer l'examen des projets afin de répondre à l'objectif 1 a) *Déterminer les recommandations concernant les éléments supplémentaires à inclure dans l'approche actuelle fondée sur les risques afin d'éclairer la prise en compte des effets cumulatifs*. Nous avons fourni des détails supplémentaires dans l'étape associée à la sensibilité de l'habitat afin de mieux répondre à l'objectif 2 *Fournir des avis sur les caractéristiques clés requises pour déterminer la façon dont la sensibilité de l'habitat peut être déterminé dans le contexte des effets cumulatifs*.

### **3.1.1. GGR – Étape 1 : Identification des composantes de l'habitat**

Cette étape du Guide de gestion des risques (GGR) élaboré par le PPPH consiste à déterminer les caractéristiques structurelles qui appuient des processus vitaux du poisson et peut comprendre l'identification de multiples composantes de l'habitat. Par défaut, cette section comprend l'identification des espèces de poissons présentes dans l'habitat, comme moyen de déterminer les composantes de l'habitat utilisées. Toutefois, d'un point de vue scientifique, il est possible de déterminer les composantes d'un habitat même si une espèce n'est pas présente dans un lieu précis, en se fondant sur les besoins connus en matière d'habitat, pourvu qu'il se trouve dans l'aire de répartition plus vaste de l'espèce.

#### **3.1.1.1. Prise en considération des effets cumulatifs**

D'un point de vue scientifique, comme indiqué dans les sections précédentes du présent document, il serait idéal d'avoir une série complète de renseignements pour toutes les espèces dans la zone d'influence (2.1 et 2.2). Les listes d'espèces devraient comprendre les espèces indigènes (existantes et disparues), les espèces introduites, les espèces en péril et les espèces aquatiques envahissantes. Les renseignements sur ces espèces correspondent alors à leurs caractéristiques (p. ex., stade biologique présent), leur statut et leur sensibilité aux pressions pertinentes. Le GGR comprend déjà une discussion sur l'identification des espèces et leur statut, de sorte que, lorsqu'il s'agit de prendre en considération les effets cumulatifs, des renseignements supplémentaires sont nécessaires, notamment sur la sensibilité des espèces présentes aux pressions associées à l'ouvrage, l'entreprise ou l'activité (OEA) [p. ex., la tolérance thermique]. Si cette information n'est pas disponible auprès des promoteurs, un processus interne fondé sur le programme de planification intégrée pourrait être utilisé pour résumer l'information tirée des documents du MPO ou des ressources externes accessibles au public (tableau 2).

---

Comme pour les espèces, il faut une série complète de renseignements sur les habitats dans la zone d'influence, dont certains sont colligés dans le cadre du processus actuel. L'information nécessaire comprend une liste complète des habitats (et de leurs caractéristiques) dans la zone d'influence, l'état de l'habitat et la sensibilité de l'habitat. Dans le cadre du processus de détermination des composantes de l'habitat présentes et de celles qui seront utilisées pour tenir compte du niveau de risque du projet, le GGR indique que les composantes « les plus importantes » seront déterminées. Il peut s'agir d'un ou de plusieurs éléments qui sont ensuite utilisés pour d'autres étapes, y compris la sensibilité de l'habitat et l'étendue spatiale. Cette approche qui consiste à se concentrer sur un sous-ensemble des composantes de l'habitat dans la zone d'influence présente le risque que des renseignements importants soient omis du processus d'évaluation. Nous mettons en garde contre cette approche, car l'évaluation des effets cumulatifs exige de tenir compte non pas seulement des habitats les plus importants, mais aussi des habitats qui pourraient être plus sensibles. Une approche uniforme exigerait que les intrants comprennent des détails sur l'étendue et les caractéristiques de l'habitat modifiées pour toutes les composantes de l'OEA à titre d'intrants standards.

Un habitat peut ne pas être considéré comme « important » parce qu'il n'est pas utilisé aussi souvent que d'autres, mais s'il est très sensible, il peut constituer un facteur limitatif à l'appui des principaux processus vitaux d'une espèce ou de la communauté de poissons. Par exemple, si un biologiste chargé de l'évaluation devait désigner une frayère comme étant la composante « importante », il serait important de s'assurer que les effets sur les adultes en fraie et leurs œufs sont minimales. Cependant, la persistance de la population exige également un habitat d'alevinage convenable. Si l'habitat d'alevinage est très sensible et considérablement modifié (p. ex., perte d'habitat), la productivité de la population pourrait diminuer en raison d'un faible recrutement attribuable aux limites de qualité et d'étendue de l'habitat d'alevinage. Par conséquent, il est important d'établir un processus pour déterminer les composantes les plus importantes de l'habitat, afin d'assurer l'uniformité de l'application d'un praticien et d'une région à l'autre, pour que les renseignements importants ne soient pas oubliés. De plus, la prise en considération des effets cumulatifs exige que l'on tienne compte des habitats sensibles, et peut entraîner l'inclusion de composantes spatiales plus vastes de l'habitat par rapport à l'approche fondée sur les risques actuelle lorsque les répercussions indirectes et diffuses découlent des pressions associées à l'OEA.

Nous soulignons également que, bien que le GGR actuel fasse référence à la documentation de la situation des espèces dans la région de l'OEA, il n'en est pas de même pour l'habitat. Comme nous l'avons vu ci-dessus, il est essentiel de comprendre l'état actuel de l'habitat (c.-à-d. l'état de référence) pour tenir compte des effets cumulatifs. Les habitats touchés peuvent être associés à une probabilité plus élevée de réduction de la résilience ou de la résistance au stress supplémentaire. La prise en considération des effets cumulatifs nécessite de déterminer l'état de l'habitat (ou le niveau d'altération passé) au cours d'un processus d'évaluation des risques et de toute phase de collecte d'information. L'initiative sur l'état de l'habitat actuellement en cours au sein du PPPH serait instructive ici, et nous remarquons qu'il y a de nombreux documents qui décrivent clairement comment documenter les conditions de référence.

### **3.1.2. GGR – Étape 2 : Étendue spatiale**

L'étendue spatiale prise en considération dans le GGR actuel est le chevauchement entre la zone touchée par l'OEA et la composante de l'habitat en question et les aires de répartition entre le site, la zone locale et la zone étendue. Par conséquent, le PPPH utilise deux composantes lorsqu'il tient compte de l'espace : l'étendue spatiale des impacts de l'OEA et la répartition spatiale des habitats. Quand l'OEA chevauche au moins 5 % de l'unité d'habitat, on

---

considère qu'il s'agit d'un impact propre au site, lorsque le chevauchement varie entre 5 % et 50 %, il est considéré comme local, et tout chevauchement de plus de 50 % est considéré comme étendu (les chiffres proviennent de Borgwardt *et al.* 2019). Dans le cadre du processus du GGR, la « plus petite étendue géographique » de l'habitat est déterminée. Il s'agit d'une mesure de précaution, de sorte que lorsque la plus petite unité d'habitat est évaluée et comparée à la répartition spatiale de l'OEA, il est plus probable qu'il y ait un chevauchement important (dépassant 50 %) entre l'OEA et la caractéristique de l'habitat, simplement parce que cette unité d'habitat est plus petite. Lorsque le chevauchement dépasse 50 %, le niveau de risque est plus susceptible d'augmenter, car on considère qu'il s'agit d'une incidence généralisée. Nous remarquons ici que le processus d'examen du projet tient compte de la portée temporelle des répercussions à une étape distincte (étape 4 : Persistance des pressions).

#### **3.1.2.1. Prise en considération des effets cumulatifs**

D'un point de vue scientifique, nous insistons sur le fait que, lorsque l'on tient compte des effets cumulatifs, la portée géographique des répercussions devrait se situer à un niveau plus vaste du bassin hydrographique, étant donné la possibilité d'interactions entre d'autres répercussions dans la région et la connectivité entre de nombreux habitats aquatiques. Par exemple, bien qu'un ponceau individuel puisse avoir une faible empreinte géographique, les répercussions d'une modification supplémentaire devraient être prises en considération dans le contexte des modifications antérieures où l'habitat a été perdu ou dégradé (p. ex. Beechie *et al.* 1994). Cela met en évidence l'importance de l'échelle spatiale décrivant l'étendue de l'empreinte du projet, jusqu'à la zone d'influence de toutes les pressions connexes, conformément aux échelles spatiales décrites dans la LEI.

La façon dont cette information sera recueillie sera opérationnalisée par le PPPH au moyen de synergies entre la planification intégrée et l'examen des règlements (qui pourrait être éclairé par des avis scientifiques) et des lignes directrices fournies aux biologistes chargés de l'évaluation. Toutefois, il est essentiel de situer l'étendue spatiale du travail proposé dans le contexte plus large du bassin hydrographique pour tenir compte des effets cumulatifs (voir le contenu de Cormier *et al.* 2022).

Nous avons décrit ci-dessus comment le GGR comprend un processus de catégorisation de l'étendue spatiale allant du niveau du site à l'étendue générale en utilisant des seuils de chevauchement en pourcentage. Il ne fait pas partie de la portée du présent document de discuter des valeurs qui ont contribué à déterminer les seuils entre le niveau et l'étendue du site; toutefois, elles sont fondées sur le rapport de Borgwardt *et al.* (2019), et l'évaluation du fondement scientifique de ces valeurs pourrait faire partie d'un processus futur du SCAS.

#### **3.1.3. GGR – Étape 3 : Sensibilité de l'habitat**

Dans le GGR, le PPPH détermine la sensibilité de l'habitat à l'aide d'une série de renseignements sur les composantes de l'habitat (ou plusieurs types d'habitat dans l'OEA; tableau 4) et les façons dont les espèces de poissons les utilisent. Les éléments du tableau 4 sont semblables à un outil de gestion des risques utilisé précédemment par le programme (MPO 2007), qui comprenait la rareté de l'habitat, la résilience de l'habitat et la dépendance des espèces à l'égard de l'habitat.

##### **3.1.3.1. Prise en considération des effets cumulatifs**

La section 2.3.3 ci-dessus décrit la façon dont la sensibilité de l'habitat a été définie dans un processus antérieur du SCAS (Vandermeulen 2005) et dans la littérature (p. ex., Eno *et al.* 2013); nous avons utilisé cette information pour proposer une définition révisée qui est axée sur

---

les caractéristiques clés de la résilience et de la résistance. Que le PPPH utilise ou non la définition proposée par les Sciences ou qu'il continue d'utiliser la sensibilité de l'habitat décrite dans le GGR, les renseignements importants dont les biologistes chargés de l'évaluation auront besoin pour tenir compte des effets cumulatifs dans le contexte de la sensibilité de l'habitat seront notamment :

1. Une définition claire de la sensibilité de l'habitat avec des composantes qui peuvent être appliquées de façon uniforme;
2. Les étapes à suivre pour déterminer et regrouper les sensibilités de l'habitat à l'aide de cette définition;
3. Une portée et une méthode claires pour tenir compte du niveau d'impact passé/actuel au sein du système dans la détermination de la sensibilité à prendre en considération les effets cumulatifs.

D'un point de vue scientifique, nous décrivons deux approches pour tenir compte des effets cumulatifs dans l'évaluation de la sensibilité de l'habitat. Premièrement, nous discutons de la façon dont les effets cumulatifs pourraient être pris en considération à l'aide de notre définition proposée de la sensibilité de l'habitat et, deuxièmement, nous discutons des effets cumulatifs qui pourraient être pris en considération dans l'approche actuelle de sensibilité de l'habitat du GGR. Cela vise à répondre à l'objectif 2, soit de *fournir des conseils sur les caractéristiques clés nécessaires pour déterminer comment la sensibilité de l'habitat peut être déterminée dans le contexte des effets cumulatifs*.

### **3.1.3.2. Sensibilité de l'habitat et effets cumulatifs selon la définition proposée**

À titre de rappel, la sensibilité de l'habitat est définie comme une fonction de la résilience actuelle de l'habitat et de sa résistance à l'ampleur et à la durée des dommages causés par un ou des facteurs d'origine anthropique.

Notre cadre conceptuel consiste à diviser le processus en étapes en identifiant d'abord la sensibilité actuelle *réelle* de l'habitat, puis à utiliser cette sensibilité réelle de l'habitat pour évaluer la vulnérabilité de l'habitat en fonction de l'exposition à l'OEA proposé. Pour ce qui est de la sensibilité réelle, nous considérons que le niveau de perturbation auquel le bassin hydrographique en question a été soumis dans le passé peut modifier la sensibilité naturelle (ou intrinsèque) sous-jacente de l'habitat (figure 4). Par exemple, si un habitat a été dragué récemment, il pourrait encore être en voie de rétablissement et, par conséquent, sa résistance ou sa résilience à un dragage subséquent pourrait être réduite. Dans ce cas, la perturbation passée ferait augmenter la sensibilité réelle de l'habitat au-dessus de sa sensibilité naturelle. Toutefois, il est également possible que les perturbations antérieures ou la sensibilité (ou les deux) soient négligeables dans les cas où aucune perturbation antérieure de l'habitat n'a eu lieu, ou si l'habitat n'est pas sensible au type de perturbation en question.

Pour ajouter l'OEA actuellement proposé et les pressions connexes, on utilise la sensibilité réelle de l'habitat combinée à l'exposition associée au nouvel OEA proposé (figure 5). On obtient alors une mesure de la vulnérabilité, un outil couramment utilisé pour combiner les mesures de la sensibilité et de l'exposition (citations à venir).

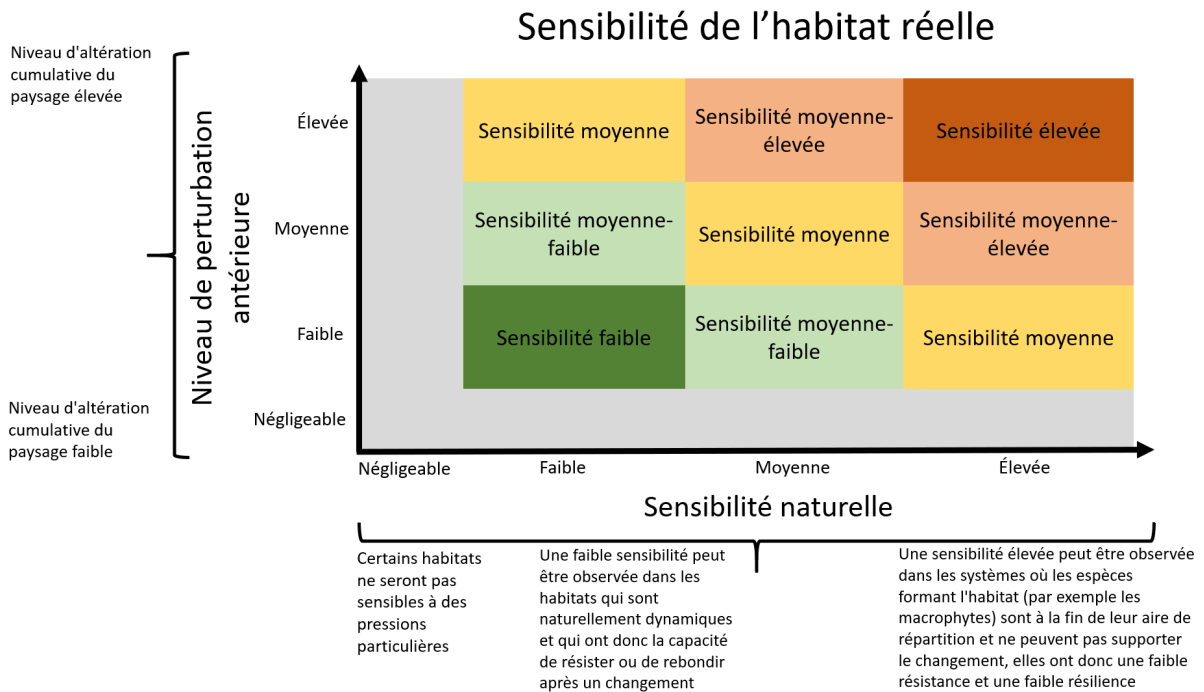


Figure 4. Diagramme schématique (à des fins d'illustration seulement) montrant comment le niveau de perturbation antérieure d'un habitat peut être considéré séparément de la résilience et de la résistance, et modifier la sensibilité naturelle de l'habitat pour exprimer sa sensibilité réelle.

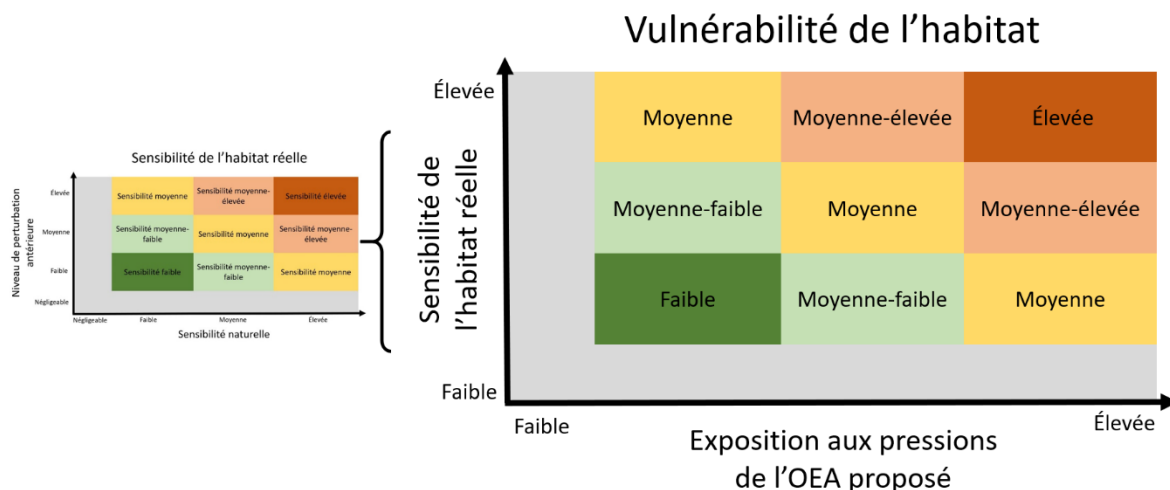


Figure 5. Diagramme schématique (à des fins d'illustration seulement) montrant comment la sensibilité réelle de l'habitat, combinée à l'exposition, contribue à la valeur de la vulnérabilité de l'habitat.

Ce cadre qui tient compte de la sensibilité naturelle de l'habitat et des perturbations passées et actuelles pour éclairer la sensibilité réelle actuelle de l'habitat peut être élaboré de manière à



inclure également la sensibilité des espèces (figure 6). Dans ce cas, nous fournissons une pondération égale de la sensibilité de l'habitat et de la sensibilité des espèces pour déterminer la sensibilité globale du système, plutôt que de traiter la sensibilité des espèces comme une composante de la sensibilité de l'habitat (tableau 4). Une pondération égale de la sensibilité de l'habitat et de la sensibilité des espèces est particulièrement importante dans les zones d'où l'on sait que des espèces ont disparu en raison de perturbations passées et continues, et celles où des espèces aquatiques envahissantes plus tolérantes ont prospéré dans des habitats dégradés (Havel *et al.* 2015; Limburg and Waldman 2009).

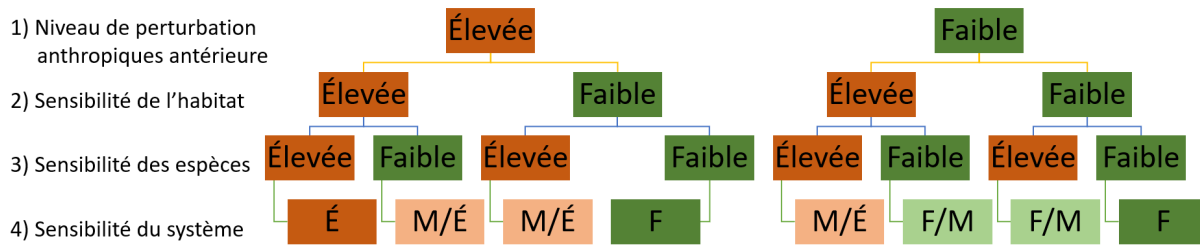


Figure 6. Schéma simplifié montrant comment la combinaison des perturbations anthropiques antérieures du système, la sensibilité de l'habitat et la sensibilité des espèces sont combinées pour obtenir une sensibilité du système à l'OEA. Cela pourrait être fait pour une espèce ou une communauté, par exemple, ou dans un écotype d'habitat. Veuillez noter que la prise en considération de tous les facteurs comprendrait des options élevées, moyennes et faibles pour tous les niveaux, qui n'ont toutefois pas été incluses ici afin que la visualisation demeure simple.

Nous reconnaissons qu'il est difficile de déterminer la résilience et la résistance de l'habitat, même de façon qualitative, en raison d'un manque de travaux antérieurs et d'approches normalisées dans ce domaine. De plus, la détermination peut être compliquée davantage par des facteurs qui sont souvent propres à chaque étude de cas. Toutefois, de nouvelles publications quantifient la vulnérabilité des habitats et des espèces aux agents de stress (p. ex., évaluations de la vulnérabilité au climat, Troia *et al.* 2019; Comte et Olden 2017), et il serait utile que la Direction des sciences explore ces sujets pour déterminer une approche uniforme qui pourrait être utilisée pour quantifier la résilience et la résistance de l'habitat, et sa sensibilité globale (voir la section 4).

### 3.1.3.3. Sensibilité de l'habitat et effets cumulatifs selon l'approche existante du GGR

Si le PPPH adopte l'approche actuelle décrite dans le GGR pour déterminer la sensibilité de l'habitat, il y a plusieurs étapes où les effets cumulatifs peuvent être pris en considération. À l'instar des deux approches ci-dessus, les effets cumulatifs pourraient être pris en considération dans des éléments précis, notamment : la résilience des espèces, la résilience de l'habitat, le regroupement, la contribution de l'habitat à la productivité, le caractère convenable de l'habitat sur les plans abiotique et biotique, et les espèces en péril (voir les explications au tableau 4). De cette façon, la prise en considération des effets cumulatifs serait intégrée à l'évaluation des composantes de la sensibilité de l'habitat. Par ailleurs, plutôt que d'être intrinsèque aux éléments de la sensibilité de l'habitat, le niveau de perturbation passée pourrait être considéré comme distinct et ajouté comme une mesure en soi qui contribue à la sensibilité globale de l'habitat (p. ex., en ajoutant une rangée au tableau résumant la sensibilité de l'habitat). L'exploration plus poussée de la façon de tenir compte des effets cumulatifs dans ces mesures

---

nécessitera d'autres recherches et devra être guidée par les commentaires jugés les plus pertinents.

### **3.1.4. GGR – Étape 4 : Persistance des pressions**

La persistance des pressions est la dernière phase de collecte de l'information dans le GGR, où le PPPH détermine le temps nécessaire avant qu'une pression ne soit plus présente. Il s'agit d'une combinaison de la durée pendant laquelle il y a une pression active de la part de l'OEA et du temps qu'il faudra à l'habitat pour se rétablir en cas d'altération ou de destruction.

#### **3.1.4.1. Prise en considération des effets cumulatifs**

Comme nous l'avons souligné dans notre discussion sur les considérations liées aux effets cumulatifs à l'étape 2 (étendue spatiale), cette section renvoie à notre analyse de la zone d'influence qui établit les limites spatiales et temporelles du projet, ainsi que les répercussions connexes. Le guide sur les risques comprend l'élément important que constitue l'horizon temporel avant que la pression ou le facteur de stress ne soit plus présent. Cependant, la façon dont la persistance est abordée dans le GGR peut être redondante avec le concept de la résilience de l'habitat et mérite donc d'être prise en considération si le GGR complet doit être examiné dans le cadre d'un processus ou d'un groupe de travail du SCAS. De plus, il manque dans cette section du GGR un processus permettant de déterminer quelles autres pressions persistantes (provenant d'activités non connexes, p. ex., ruissellement agricole, prélèvements d'eau, etc.) peuvent se trouver dans la zone d'influence de l'OEA. La détermination de ces facteurs permettra d'examiner comment les pressions peuvent interagir pour amplifier ou atténuer les répercussions associées au nouveau projet.

### **3.1.5. Étape 5 : Matrices**

Comme il a été mentionné précédemment, les renseignements recueillis et les classements déterminés pour l'étendue spatiale, la persistance des pressions et la sensibilité de l'habitat sont ensuite utilisés pour déterminer la matrice de risque appropriée et l'endroit où le projet se situe dans la matrice.

#### **3.1.5.1. Prise en considération des effets cumulatifs**

Nous ne fournissons pas d'autres commentaires d'un point de vue scientifique sur le format des matrices de risque, car cela dépasse la portée du présent document sur les effets cumulatifs dans le processus de risque. Les formes antérieures de ces courbes ont fait l'objet de critiques, et il serait avantageux que les Sciences effectuent une évaluation complète du guide sur les risques, afin que la forme et l'approche des matrices soient examinées de façon plus approfondie.

## **4. CONSIDÉRATIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE ET LES TRAVAUX FUTURS**

### **4.1. ÉTABLIR UN LIEN ENTRE LA PLANIFICATION INTÉGRÉE ET L'EXAMEN DES PROJETS**

Pour aller de l'avant dans la prise en considération des effets cumulatifs, il faut reconnaître que la planification des projets et la gestion des bassins hydrographiques sont intrinsèquement liées et que l'information doit circuler entre les deux (figure 2). Bien que Pêches et Océans Canada examine les OEA proposés projet par projet, et que certains ouvrages en milieu aquatique ne sont même pas soumis à un examen de projet s'ils satisfont à [certains critères](#), la plupart des projets ne sont pas réalisés en vase clos. Bien que les considérations de l'OEA soient en grande partie réactives pour déterminer si l'approbation devrait être accordée et quelles

---

mesures d'atténuation ou autres exigences il y aura, la planification intégrée fournit le processus qui permet d'envisager le projet selon une perspective rétrospective et prospective, c'est-à-dire planifier l'avenir tout en tenant compte du contexte existant et passé du bassin hydrographique dans lequel se situe l'OEA.

Un facteur important pour relier ces deux contextes est la détermination de l'ensemble des renseignements nécessaires à la planification au niveau du bassin hydrographique et la détermination des organismes responsables de la surveillance pour la collecte continue de données. Il serait avantageux pour les OEA passés et futurs que des méthodes cohérentes de surveillance de la conformité et de l'efficacité des mesures prises (comme les mesures d'atténuation) soient intégrées à la gestion de projet. L'examen réglementaire au sein du PPPH devrait servir à la surveillance de la conformité, tandis que la planification intégrée devrait être responsable de la surveillance de l'efficacité (avec la contribution des Sciences pour la conception). L'information obtenue grâce à la surveillance continue nous permettrait de mieux comprendre comment le projet est réalisé et si les effets résiduels étaient plus ou moins importants que prévu, ce qui aiderait à la planification au niveau du bassin hydrographique.

## **4.2. IDENTIFICATION DES TRAVAUX À VENIR**

Reconnaissant que l'intégration de la prise en considération des effets cumulatifs dans la prise de décisions n'est pas un processus simple, ce document de recherche se veut le premier d'une série de processus visant à répondre aux nombreux besoins à cet égard. Au cours de l'élaboration du document de recherche, dans le cadre des recherches visant à élaborer le contenu et des nombreuses conversations visant à étoffer les principales sections, un certain nombre de domaines de recherche prioritaires ont été établis. Nous présentons ce que nous considérons comme étant les quatre principales priorités, puis nous dressons une liste plus complète des considérations futures pour la mise en œuvre de l'évaluation des effets cumulatifs, qui aideraient à relever les défis cernés au cours de ce processus. La liste n'est pas exhaustive, mais elle comprend des éléments qui ont été soulevés lors de l'élaboration du présent document de recherche.

Principales priorités :

- Décrire un fondement ou un cadre scientifique indiquant comment utiliser l'information fournie dans le présent document du SCAS de façon uniforme pour prendre en considération les effets cumulatifs. Cela pourrait être entrepris au moyen d'une série d'ateliers axés sur des études de cas pour des OEA proposés d'ampleur variée et bénéficierait de la prise en considération des besoins d'information minimaux pour entreprendre l'examen des effets cumulatifs.
- Dans bien des cas, la gamme complète de renseignements requis pour prendre en considération les effets cumulatifs pourrait ne pas être disponible. Cela pourrait être dû à l'incertitude associée aux facteurs de stress/pressions qui ne sont pas du ressort du MPO et à la façon dont ces pressions seront gérées. Il en résultera ce que l'on appelle « l'incertitude entourant la prévision des impacts » (MPO 2014a), qui peut être résolue dans une certaine mesure en s'appuyant sur la planification intégrée (voir Cormier *et al.* 2022). Il subsiste des lacunes importantes dans les connaissances sur la façon de pallier l'incertitude, mais pour les travaux à venir, on gagnerait à mettre l'accent sur la façon de tenir compte de l'incertitude dans le processus d'évaluation.
- Entreprendre un exercice d'établissement de la portée pour définir la portée spatiale et temporelle d'un OEA de façon cohérente.

- 
- Entreprendre un processus (p. ex., SCAS ou autre) pour examiner plus en détail le GGR (p. ex., les données scientifiques pour définir les matrices, les méthodes pour déterminer l'étendue spatiale).

Besoins en matière de données :

- Nous faisons remarquer que la liste des sources de données n'est pas exhaustive et qu'elle pourrait bénéficier de mises à jour continues. De plus, il y a des mises en garde (p. ex., calendrier de mise à jour de l'information, connaissances régionales par rapport aux connaissances locales) associées à l'utilisation de certaines des sources énumérées, et il serait avantageux que les biologistes les connaissent avant de les utiliser.
- Les intrants du SAPH bénéficieraient de l'inclusion de la latitude et de la longitude du projet (ou d'un polygone explicite) et de la transition vers un système de suivi spatialement explicite afin que tout nouvel OEA puisse être pris en considération dans le contexte (au minimum) d'autres travaux approuvés par le PPPH. Bien qu'il s'agisse d'une entreprise de grande envergure, l'inclusion des projets antérieurs qui ne sont pas actuellement dans le SAPH dans cette carte serait très pertinente. Par ailleurs, un nouveau système d'inclusion de tous les projets (passés, présents et à venir) permettrait un suivi approfondi et une analyse postérieure pour éclairer les méthodes du GGR et l'inclusion des effets cumulatifs dans le processus d'examen, et fournirait les données nécessaires pour évaluer l'efficacité des décisions de gestion de l'habitat.
- Il n'existe actuellement aucune base de données ou boîte à outils nationale pour évaluer et comprendre l'état et la sensibilité de l'habitat (ou les composantes de la résilience et de la résistance), ce qui constitue une lacune importante en matière de connaissances pour mettre en application l'évaluation de la sensibilité de l'habitat de façon uniforme à l'aide du GGR. Randall *et al.* (2013) ont formulé une recommandation semblable : « Améliorer et mettre au point des outils d'analyse spatiale écologique. Établir un lien entre la cartographie de l'habitat physique (p. ex., cartographie acoustique du fond marin) et la productivité biologique en ce qui concerne l'utilisation et la qualité de l'habitat. » [traduction]

Autres besoins scientifiques et de processus :

- De nombreux ouvrages sur l'eau ne passeront pas par le processus d'examen des projets (et des facteurs de risque connexes), parce qu'ils sont petits ou qu'ils sont traités au moyen d'autres outils (p. ex., codes de pratique). Ces projets sont tout de même pris en considération dans les effets cumulatifs sur le bassin hydrographique et il faudrait tenir compte de la façon de gérer ces projets par rapport aux effets cumulatifs.
- Réfléchir à la façon de tenir compte des pressions multiples qui entraînent différents types de réponses lorsqu'elles s'accumulent (effets synergiques et antagonistes).
- Entreprendre un processus (SCAS ou autre) pour déterminer comment envisager des mesures d'atténuation dans le contexte de l'évaluation des effets cumulatifs, car il s'agit d'un facteur important dans les examens des risques (MPO 2014a).
- Entreprendre des recherches pour attribuer des catégories de sensibilité à des espèces en fonction de caractères fonctionnels, là où il n'y en a pas actuellement. Cela pourrait se faire à un niveau grossier, par exemple, entre les espèces « r » et « k ».
- Une approche pour aborder les effets cumulatifs à une plus grande échelle spatiale pourrait être l'application d'une évaluation environnementale stratégique ou régionale (voir Cormier *et al.* 2022).

- 
- La cohérence des données d'entrée pourrait être améliorée si le PPPH avait besoin d'un ensemble particulier de renseignements lorsqu'un OEA est proposé afin qu'il y ait des données qui puissent être utilisées pour analyser les effets cumulatifs dans l'avenir. Cela comprendrait les données normalisées avant et après l'OEA.
  - Recherche axée sur les seuils écologiques liés aux perturbations de l'habitat (c.-à-d. à quel moment les perturbations entraînent un changement de la structure ou de la fonction de l'écosystème).
  - Nous n'avons pas discuté en détail des changements climatiques et du rôle qu'ils joueront dans la modification de la sensibilité des espèces et de l'habitat au stress supplémentaire. De nombreux bassins hydrographiques sont déjà touchés par les changements climatiques et, comme on s'attend à ce qu'ils ne fassent que s'aggraver, il s'agit d'un domaine d'intérêt important pour l'avenir dans le cadre de la planification des bassins hydrographiques et de la compréhension des conditions de référence.

---

## 5. RÉFÉRENCES CITÉES

- AAFC, 2020. [Understanding Watersheds](#) [WWW Document]. (accessed 4.4.21).
- Allan, J.D., McIntyre, P.B., Smith, S.D.P., Halpern, B.S., Boyer, G.L., Buchsbaum, A., Burton, G.A., Campbell, L.M., Chadderton, W.L., Ciborowski, J.J.H., Doran, P.J., Eder, T., Infante, D.M., Johnson, L.B., Joseph, C.A., Marino, A.L., Prusevich, A., Read, J.G., Rose, J.B., Rutherford, E.S., Sowa, S.P., Steinman, A.D., 2013. [Joint analysis of stressors and ecosystem services to enhance restoration effectiveness](#). Proc. Natl. Acad. Sci. 110, 372 LP – 377.
- Aneseyee, A.B., Noszczyk, T., Soromessa, T., Elias, E., 2020. [The InVEST Habitat Quality Model Associated with Land Use/Cover Changes: A Qualitative Case Study of the Winike Watershed in the Omo-Gibe Basin, Southwest Ethiopia](#). Remote Sens.
- Anlauf-Dunn, K.J., Ward, E.J., Strickland, M., Jones, K., 2014. [Habitat connectivity, complexity, and quality: predicting adult coho salmon occupancy and abundance](#). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 71, 1864–1876.
- Bakelaar, C.N., Brunette, P., Cooley, P.M., Doka, S.E., Millard, E.S., Minns, C.K., Morrison, H.A., 2004. Geographic information systems applications in lake fisheries. Geogr. Inf. Syst. Fish. pp. 113e152. Ed. by WL Fish. FJ Rahel. Am. Fish. Soc. Bethesda, Maryland.
- Bartlett, C., Marshall, M., Marshall, A., 2012. [Two-Eyed Seeing and other lessons learned within a co-learning journey of bringing together indigenous and mainstream knowledges and ways of knowing](#). J. Environ. Stud. Sci. 2, 331–340.
- Beechie, T., Beamer, E., Wasserman, L., 1994. [Estimating Coho Salmon Rearing Habitat and Smolt Production Losses in a Large River Basin, and Implications for Habitat Restoration. North Am.](#) J. Fish. Manag. 14, 797–811.
- Beechie, T.J., Stefankiv, O., Timpane-Padgham, B.L., Hall, J.E., Pess, G.R., Rowse, M.L., Liermann, M.C., Fresh, K.L., Ford, M.D., 2017. [Monitoring salmon habitat status and trends in Puget Sound: development of sample designs, monitoring metrics, and sampling protocols for large river, floodplain, delta, and nearshore environments](#). NOAA technical memorandum NMFS-NWFSC ; 137.
- Borgwardt, F., Robinson, L., Trauner, D., Teixeira, H., Nogueira, A.J.A., Lillebø, A.I., Piet, G., Kuemmerlen, M., O'Higgins, T., McDonald, H., Arevalo-Torres, J., Barbosa, A.L., Iglesias-Campos, A., Hein, T., Culhane, F., 2019. [Exploring variability in environmental impact risk from human activities across aquatic ecosystems](#). Sci. Total Environ. 652, 1396–1408.
- Bradford, M.J., 2020. [Assessment and management of effects of large hydropower projects on aquatic ecosystems in British Columbia, Canada](#). Hydrobiologia.
- Bradford, M.J., 1994. [Trends in the Abundance of Chinook Salmon \(Oncorhynchus tshawytscha\) of the Nechako River, British Columbia](#). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51, 965–973.
- Bradford, MJ, Koops, MA and Randall RG. 2015. [Science advice on a decision framework for managing residual impacts to fish and fish habitat](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/112. v + 31 p.
- Braun, D.C., Smokorowski, K.E., Bradford, M.J., et Glover, L. 2019. [Examen de la surveillance fonctionnelle pour évaluer les activités d'atténuation, de restauration et de compensation au Canada](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2019/057. vii + 81 p.
- Brinson, M.M., Malvárez, A.I., 2002. Temperate freshwater wetlands: types, status, and threats. Environ. Conserv. 29, 115–133.

- 
- 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.
- Bush, E., Lemmen, D.S., Editors, 2019. Canada's changing climate report. Ottawa, ON. 444p.
- Caissie, D., 2006. [The thermal regime of rivers: a review](#). Freshw. Biol. 51, 1389–1406.
- Canter, L.W., Sadler, B., Randall, R.G., Department of Fisheries and Oceans ON(Canada). Great Lakes Lab. for Fisheries and Aquatic Science, B., 2012. Development of a reference document on key information sources related to cumulative effects of multiple activities on fish habitat and fish populations in Canada. DFO, Burlington, ON(Canada).
- CEAA, 2018. [Assessing Cumulative Environmental Effects under the Canadian Environmental Assessment Act](#), 2012; Interim Technical Guidance.
- CEAA, 2014. [Projects on Federal Lands: Making a determination under section 67 of the Canadian Environmental Assessment Act](#), 2012.
- CEQ, C. on E.Q., 1997. Considering cumulative effects under the national environmental policy act. Washington, DC.
- Chu, C., Minns, C.K., Lester, N.P., Mandrak, N.E., 2014. [An updated assessment of human activities, the environment, and freshwater fish biodiversity in Canada](#). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 72, 135–148.
- Coker, G.A., Portt, C.B., Minns, C.K., 2001. Morphological and ecological characteristics of Canadian freshwater fishes. Fisheries and Oceans Canada Burlington, ON.
- Comte, L., Grenouillet, G., 2013. [Species distribution modelling and imperfect detection: comparing occupancy versus consensus methods](#). Divers. Distrib. 19, 996–1007.
- Cormier, R., Doka, S., Bird, T. et Chu, C. 2022. [Considérations des effets cumulatifs pour la planification intégrée au MPO](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/079. v + 28 p.
- Cormier, R., Kelble, C.R., Anderson, M.R., Allen, J.I., Grehan, A., Gregersen, Ó., 2017. [Moving from ecosystem-based policy objectives to operational implementation of ecosystem-based management measures](#). ICES J. Mar. Sci. 74, 406–413.
- Cornwell, E.R., Goyette, J.-O., Sorichetti, R.J., Allan, D.J., Kashian, D.R., Sibley, P.K., Taylor, W.D., Trick, C.G., 2015. [Biological and chemical contaminants as drivers of change in the Great Lakes–St. Lawrence river basin](#). J. Great Lakes Res. 41, 119–130.
- Cott, P.A., Schein, A., Hanna, B.W., Johnston, T.A., MacDonald, D.D., Gunn, J.M., 2015. [Implications of linear developments on northern fishes](#). Environ. Rev. 23, 177–190.
- Crain, C.M., Kroeker, K., Halpern, B.S., 2008. [Interactive and cumulative effects of multiple human stressors in marine systems](#). Ecol Lett 11, 1304–1315.
- Danz, N.P., Niemi, G.J., Regal, R.R., Hollenhorst, T., Johnson, L.B., Hanowski, J.M., Axler, R.P., Ciborowski, J.J.H., Hrabik, T., Brady, V.J., 2007. Integrated measures of anthropogenic stress in the US Great Lakes basin. Environ. Manage. 39, 631–647.
- Darling, E.S., Côté, I.M., 2008. Quantifying the evidence for ecological synergies. Ecol. Lett. 11, 1278–1286.
- De Kerckhove, D.T., Smokorowski, K.E., Randall, R.G., Department of Fisheries and Oceans ON(Canada). Great Lakes Lab. for Fisheries and Aquatic Sciences, S.S.M., 2008. A primer on fish habitat models. DFO, Sault Ste. Marie, ON(Canada).

- 
- Dey, C.J., Rego, A.I., Bradford, M.J., Clarke, K.D., McKercher, K., Mochnacz, N.J., de Paiva, A., Ponader, K., Robichaud, L., Winegardner, A.K., Berryman, C., Blanchfield, P.J., Boston, C.M., Braun, D.C., Brownscombe, J.W., Burbidge, C., Campbell, S., Cassidy, A., Chu, C., Cooke, S.J., Coombs, D., Cooper, J., Curry, R.A., Cvetkovic, M., Demers, A., Docker, M.F., Doherty, A., Doka, S.E., Dunmall, K., Edwards, B.A., Enders, E.C., Fisher, N., Gauthier-Ouellet, M., Glass, W., Harris, L., Hasler, C.T., Hill, J., Hinch, S.G., Hodgson, E.E., Hwang, J., Jeffries, K.M., King, L., Kiriluk, R., Knight, R., Levy, A., MacDonald, J., Mackereth, R.W., McLaughlin, R.L., Minns, C.K., Moore, J.W., Nantel, K., Nessman, C., Normand, C., O'Connor, C.M., Paulic, J., Phalen, L., Post, J.R., Pratt, T.C., Reid, S.M., Rose, A.C., Rosenfeld, J.S., Smokorowski, K.E., Sooley, D., Taylor, M.K., Treberg, J.R., Trottier, J., Tunney, T.D., Veilleux, M.-P., Watkinson, D.A., Watts, D., Winfield, K., Ziegler, J.P., Midwood, J.D., Koops, M.A., 2021. [Research priorities for the management of freshwater fish habitat in Canada](#). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*
- DFO, 2007. Practitioners guide to the risk management framework for DFO habitat management staff. Habitat Manag. Program, Fish. Ocean. Canada.
- Downing, J.A., Plante, C., 1993. [Production of Fish Populations in Lakes](#). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50, 110–120.
- Dudgeon, D., Arthington, A.H., Gessner, M.O., Kawabata, Z.-I., Knowler, D.J., Lévêque, C., Naiman, R.J., Prieur-Richard, A.-H., Soto, D., Stiassny, M.L.J., 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biol. Rev.* 81, 163–182.
- Duinker, P.N., Burbidge, E.L., Boardley, S.R., Greig, L.A., 2012. [Scientific dimensions of cumulative effects assessment: toward improvements in guidance for practice](#). *Environ. Rev.* 21, 40–52.
- Elias, J.E., Meyer, M.W., 2003. [Comparisons of undeveloped and developed shorelands, northern Wisconsin, and recommendations for restoration](#). *Wetlands* 23, 800–816.
- Eliason, E.J., Clark, T.D., Hague, M.J., Hanson, L.M., Gallagher, Z.S., Jeffries, K.M., Gale, M.K., Patterson, D.A., Hinch, S.G., Farrell, A.P., 2011. [Differences in Thermal Tolerance Among Sockeye Salmon Populations](#). *Science* (80- ). 332, 109 LP – 112.
- Elliott, M., Borja, A., Cormier, R., 2020. [Activity-footprints, pressures-footprints and effects-footprints – Walking the pathway to determining and managing human impacts in the sea](#). *Mar. Pollut. Bull.* 155, 111201.
- Engel, S., Pederson Jr, J.L., 1998. The construction, aesthetics, and effects of lakeshore development: a literature review.
- Eno, N.C., Frid, C.L.J., Hall, K., Ramsay, K., Sharp, R.A.M., Brazier, D.P., Hearn, S., Dernie, K.M., Robinson, K.A., Paramor, O.A.L., Robinson, L.A., 2013. [Assessing the sensitivity of habitats to fishing: from seabed maps to sensitivity maps](#). *J. Fish Biol.* 83, 826–846.
- EPA, U.S., 1999. Consideration of Cumulative Impacts in EPA Review of NEPA Documents.
- EU, 2017. Commission Directive (EU) 2017/845 of 17 May 2017 amending Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council as regards the indicative lists of elements to be taken into account for the preparation of marine strategies. *Off. J. Eur. Union*.
- EU, 2008. Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). *Off. J. Eur. Union* 22.
-



- 
- Evans, D.O., Nicholls, K.H., Allen, Y.C., McMurtry, M.J., 1996. Historical land use, phosphorus loading, and loss of fish habitat in Lake Simcoe, Canada. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53, 194–218.
- Fausch, K.D., Lyons, J., Karr, J.R., Angermeier, P.L., 1990. Fish communities as indicators of environmental degradation, in: *American Fisheries Society Symposium*. Bethesda, pp. 123–144.
- Ferguson, M.M., Duckworth, G.A., 1997. [The status and distribution of lake sturgeon, \*Acipenser fulvescens\*, in the Canadian provinces of Manitoba, Ontario and Quebec: a genetic perspective](#). *Environ. Biol. Fishes* 48, 299–309.
- Flebbe, P.A., Roghair, L.D., Bruggink, J.L., 2006. [Spatial Modeling to Project Southern Appalachian Trout Distribution in a Warmer Climate](#). *Trans. Am. Fish. Soc.* 135, 1371–1382.
- Gaston, K.J., Blackburn, T.M., Greenwood, J.J.D., Gregory, R.D., Quinn, R.M., Lawton, J.H., 2000. [Abundance–occupancy relationships](#). *J. Appl. Ecol.* 37, 39–59.
- Goodchild, G.A., 2004. [Fish habitat is everyone's business, Canada's fish habitat management programme](#). *Fish. Manag. Ecol.* 11, 277–281.
- Government of Canada, (GoC), 2020. [Species at Risk Registry \[WWW Document\]](#). Accessed December 12, 2020.
- Groffman, P.M., Baron, J.S., Blett, T., Gold, A.J., Goodman, I., Gunderson, L.H., Levinson, B.M., Palmer, M.A., Paerl, H.W., Peterson, G.D., Poff, N.L., Rejeski, D.W., Reynolds, J.F., Turner, M.G., Weathers, K.C., Wiens, J., 2006. [Ecological Thresholds: The Key to Successful Environmental Management or an Important Concept with No Practical Application?](#) *Ecosystems* 9, 1–13.
- Guisan, A., Thuiller, W., 2005. [Predicting species distribution: offering more than simple habitat models](#). *Ecol. Lett.* 8, 993–1009.
- Halpern, B.S., Walbridge, S., Selkoe, K.A., Kappel, C. V, Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J.F., Casey, K.S., Ebert, C., Fox, H.E., 2008. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science* (80-. ). 319, 948–952.
- Harding, J.S., Benfield, E.F., Bolstad, P. V, Helfman, G.S., Jones, E.B.D., 1998. Stream biodiversity: The ghost of land use past. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 95, 14843 LP – 14847.
- Hatfield Consultants, L., 1996. Shoreline inventory and fisheries sensitivity classification of main arm Shuswap Lake.
- Havel, J.E., Kovalenko, K.E., Thomaz, S.M., Amalfitano, S., Kats, L.B., 2015. [Aquatic invasive species: challenges for the future](#). *Hydrobiologia* 750, 147–170.
- Hayes, D., Jones, M., Lester, N., Chu, C., Doka, S., Netto, J., Stockwell, J., Thompson, B., Minns, C.K., Shuter, B., Collins, N., 2009. [Linking fish population dynamics to habitat conditions: insights from the application of a process-oriented approach to several Great Lakes species](#). *Rev. Fish Biol. Fish.* 19, 295–312.
- Hayes, E.H., Landis, W.G., 2004. Regional Ecological Risk Assessment of a Near Shore Marine Environment: Cherry Point, WA. *Hum. Ecol. Risk Assess.* 10, 299–325.
- Hegmann, G., Cocklin, C., Creasey, R., Dupuis, S., Kennedy, A., Kingsley, L., Ross, W., Spaling, H., Stalker, D., 1999. Cumulative effects assessment practitioners guide. Prep. by AXYS Environ. Consult. Ltd. CEA Work. Gr. Can. Environ. Assess. Agency, Hull, Quebec.

- 
- Hodgson, E.E., Halpern, B.S., 2018. [Investigating cumulative effects across ecological scales](#). *Conserv. Biol.* 0.
- Host, G.E., Brown, T.N., Hollenhorst, T.P., Johnson, L.B., Ciborowski, J.J.H., 2011. [High-resolution assessment and visualization of environmental stressors in the Lake Superior basin](#). *Aquat. Ecosyst. Health Manag.* 14, 376–385.
- Hudy, M., Thieling, T.M., Gillespie, N., Smith, E.P., 2008. [Distribution, Status, and Land Use Characteristics of Subwatersheds within the Native Range of Brook Trout in the Eastern United States](#). *North Am. J. Fish. Manag.* 28, 1069–1085.
- IAA, 2020. [Glossary of terms; for the impact assessment of designated projects under the Impact Assessment Act](#). Gov. Canada.
- ICES, 2019. [Working Group on Cumulative Effects Assessment Approaches in Management \(WGCEAM\)](#). ICES Sci. Reports 1.
- ICES, 2003. Report of the ICES Advisory Committee on Ecosystems. ICES Cooperative Research Report, 262. 229 pp.
- ICES, 2002. ICES Cooperative Research Report No. 254. (International Council for the Exploration of the Sea) Copenhagen 7-11 June 2002.
- IPCC, 2014. [Annex II: Glossary](#). Agard, J., E.L.F. Schipp. (editorial board co-chairs).
- Jackson, D.A., Peres-Neto, P.R., Olden, J.D., 2001. [What controls who is where in freshwater fish communities - the roles of biotic, abiotic, and spatial factors](#). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58, 157–170.
- Jarić, I., Lennox, R.J., Kalinkat, G., Cvijanović, G., Radinger, J., 2019. [Susceptibility of European freshwater fish to climate change: Species profiling based on life-history and environmental characteristics](#). *Glob. Chang. Biol.* 25, 448–458.
- Jennings, M.J., Bozek, M.A., Hatzenbeler, G.R., Emmons, E.E., Staggs, M.D., 1999. [Cumulative Effects of Incremental Shoreline Habitat Modification on Fish Assemblages in North Temperate Lakes](#). *North Am. J. Fish. Manag.* 19, 18–27.
- Jennings, M.J., Emmons, E.E., Hatzenbeler, G.R., Edwards, C., Bozek, M.A., 2003. [Is Littoral Habitat Affected by Residential Development and Land Use in Watersheds of Wisconsin Lakes?](#) *Lake Reserv. Manag.* 19, 272–279.
- Jones, F.C., 2016. [Cumulative effects assessment: theoretical underpinnings and big problems](#). *Environ. Rev.* 24, 187–204.
- Jones, N.E., Schmidt, B.J., Melles, S.J., 2014. [Characteristics and distribution of natural flow regimes in Canada: a habitat template approach](#). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 71, 1616–1624.
- Keck, B.P., Marion, Z.H., Martin, D.J., Kaufman, J.C., Harden, C.P., Schwartz, J.S., Strange, R.J., 2014. Fish Functional Traits Correlated with Environmental Variables in a Temperate Biodiversity Hotspot. *PLoS One* 9, e93237.
- Keinath, D.A., Doak, D.F., Hodges, K.E., Prugh, L.R., Fagan, W., Sekercioglu, C.H., Buchart, S.H.M., Kauffman, M., 2017. [A global analysis of traits predicting species sensitivity to habitat fragmentation](#). *Glob. Ecol. Biogeogr.* 26, 115–127.
- Keller, W. (Bill), Heneberry, J., Edwards, B.A., 2018. [Recovery of acidified Sudbury, Ontario, Canada, lakes: a multi-decade synthesis and update](#). *Environ. Rev.* 27, 1–16.

- 
- Kenchington, E., Duplisea, D.E., Curtis, J.M.R., Rice, J.C., Bundy, A., Koen-Alonso, M., and Doka, S.E. 2013. [Identification of species and habitats that support commercial, recreational or aboriginal fisheries in Canada](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/110. iv + 68 p.
- Koops, M.A., Chu, C., 2001. [Fish Habitat. Encycl. Environmetrics. Major Reference Works](#).
- Koops, M.A., M. Koen-Alonso, K.E. Smokorowski and J.C. Rice. 2013. [A science-based interpretation and framework for considering the contribution of the relevant fish to the ongoing productivity of commercial, recreational or Aboriginal fisheries](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/141. iii + 28 p.
- Korpinen, S., Andersen, J.H., 2016. A Global Review of Cumulative Pressure and Impact Assessments in Marine Environments. *Front. Mar. Sci.* .
- Lamothe, K.A., Drake, D.A.R., 2019. [Moving repatriation efforts forward for imperilled Canadian freshwater fishes](#). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 76, 1914–1921.
- Lamothe, K.A., Jackson, D.A., Somers, K.M., 2017. [Utilizing gradient simulations for quantifying community-level resistance and resilience](#). *Ecosphere* 8, e01953.
- Lapointe, D., Vogelbein, W.K., Fabrizio, M.C., Gauthier, D.T., Brill, R.W., 2014. [Temperature, hypoxia, and mycobacteriosis: effects on adult striped bass \*Morone saxatilis\* metabolic performance](#). *Dis. Aquat. Organ.* 108, 113–127.
- Limburg, K.E., Waldman, J.R., 2009. [Dramatic Declines in North Atlantic Diadromous Fishes](#). *Bioscience* 59, 955–965.
- Linke, S., Lehner, B., Ouellet Dallaire, C., Ariwi, J., Grill, G., Anand, M., Beames, P., Burchard-Levine, V., Maxwell, S., Moidu, H., Tan, F., Thieme, M., 2019. [Global hydro-environmental sub-basin and river reach characteristics at high spatial resolution](#). *Sci. Data* 6, 283.
- Linnansaari, T., Monk, W.A., Baird, D.J. and Curry, R.A. 2013. [Review of approaches and methods to assess Environmental Flows across Canada and internationally](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/039. vii + 75 p.
- Logan, M., Hu, Z., Brinkman, R., Sun, S., Sun, X., Schaffelke, B., 2020. [Ecosystem health report cards: An overview of frameworks and analytical methodologies](#). *Ecol. Indic.* 113, 105834.
- MacDonald, D.S., Little, M., Eno, N.C., Hiscock, K., 1996. [Disturbance of benthic species by fishing activities: a sensitivity index](#). *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 6, 257–268.
- Macdonald, J.S., Beaudry, P.G., MacIsaac, E.A., Herunter, H.E., 2003a. [The effects of forest harvesting and best management practices on streamflow and suspended sediment concentrations during snowmelt in headwater streams in sub-boreal forests of British Columbia, Canada](#). *Can. J. For. Res.* 33, 1397–1407.
- Macdonald, J.S., MacIsaac, E.A., Herunter, H.E., 2003b. [The effect of variable-retention riparian buffer zones on water temperatures in small headwater streams in sub-boreal forest ecosystems of British Columbia](#). *Can. J. For. Res.* 33, 1371–1382.
- MacDougall, A.S., Harvey, E., McCune, J.L., Nilsson, K.A., Bennett, J., Firm, J., Bartley, T., Grace, J.B., Kelly, J., Tunney, T.D., McMeans, B., Matsuzaki, S.-I.S., Kadoya, T., Esch, E., Cazelles, K., Lester, N., McCann, K.S., 2018. [Context-dependent interactions and the regulation of species richness in freshwater fish](#). *Nat. Commun.* 9, 973.
- MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., Lachman, G.B., Droege, S., Andrew Royle, J., Langtimm, C.A., 2002. [Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one](#). *Ecology* 83, 2248–2255.
-

- 
- Mackenzie, D.I., Nichols, J.D., Royle, J.A., Pollock, K.H., Bailey, L., Hines, J.E., 2017. Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species occurrence. Elsevier.
- Macnaughton, C.J., Senay, C., Dolinsek, I., Bourque, G., Maheu, A., Lanthier, G., Harvey-Lavoie, S., Asselin, J., Legendre, P., Boisclair, D., 2016. [Using fish guilds to assess community responses to temperature and flow regimes in unregulated and regulated Canadian rivers](#). *Freshw. Biol.* 61, 1759–1772.
- Mandrak, N.E., Crossman, E.J., 1992. [Postglacial dispersal of freshwater fishes into Ontario](#). *Can. J. Zool.* 70, 2247–2259.
- Medley, P., Cheung, W., Fulton, B., Minte-Vera, C., 2009. Multispecies and ecosystem indicators, and biomass-fleet dynamics stock assessment: an initial evaluation. *FAO Fish. Aquac. Circ.* I,III,IV,1-23,25-28.
- Millar, W., Olivero-Sheldon, A., Nussey, P., Noseworthy, J., 2019. A Stream Classification for the Northern Appalachian–Acadian Region of Canada. Version 2.0. Fredericton, New Brunswick Nat. Conserv. Canada, Atl. Reg. Off.
- Minns, C.K., 2012. Canadian fish habitat management: symptoms and remedies. *Manag. Impacts Hum. Act. Fish Habitat Governance, Pract. Sci. Amer Fish. Soc* 5410, 20814–22199.
- Minns, C.K., 1995. [Allometry of home range size in lake and river fishes](#). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52, 1499–1508.
- Minns, C.K., Shuter, B.J., 2012. [A semi-mechanistic seasonal temperature-profile model \(STM\) for the period of stratification in dimictic lakes](#). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 70, 169–181.
- Minns, C.K., Wichert, G.A., 2005. A framework for defining fish habitat domains in Lake Ontario and its drainage. *J. Great Lakes Res.* 31, 6–27.
- Mitsch, W.J., Wang, N., Bouchard, V., 2001. Fringe wetlands of the Laurentian Great Lakes: effects of dikes, water level fluctuations, and climate change. *Int. Vereinigung für Theor. und Angew. Limnol. Verhandlungen* 27, 3430–3437.
- Moore, R.D., Nelitz, M., Parkinson, E., 2013. [Empirical modelling of maximum weekly average stream temperature in British Columbia, Canada, to support assessment of fish habitat suitability](#). *Can. Water Resour. J. / Rev. Can. des ressources hydriques* 38, 135–147.
- MPO, 2019a. Énoncé de politique sur la protection du poisson et de son habitat, août 2019.
- MPO. 2019b. [Élaboration et évaluation de l'outil d'évaluation de l'habitat et de l'écosystème \(HEAT\)](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2019/046
- MPO, 2016. Rapport public sur les efforts de surveillance du Programme de protection des pêches.
- MPO. 2014a. [Avis scientifique concernant la gestion des risques et de l'incertitude lors de la prise de décisions opérationnelles relatives au Programme de protection des pêches](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/015.
- MPO. 2014b. [Lignes directrices sur l'évaluation des menaces, des risques écologiques et des répercussions écologiques pour les espèces en péril](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/013. (Erratum : juin 2016)
- MPO. 2013. [Cadre d'évaluation des exigences relatives au débit écologique nécessaire pour soutenir les pêches au Canada](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis. sci. 2013/017
-

- 
- Murphy, G.E.P., Dunic, J.C., Adamczyk, E.M., Bittick, S.J., Côté, I.M., Cristiani, J., Geissinger, E.A., Gregory, R.S., Lotze, H.K., O'Connor, M.I., Araújo, C.A.S., Rubidge, E.M., Templeman, N.D., Wong, M.C., 2021. [From coast to coast to coast: ecology and management of seagrass ecosystems across Canada](#). FACETS 6, 139–179.
- Murray, C.C., Agbayani, S., Alidina, H.M., Ban, N.C., 2015. [Advancing marine cumulative effects mapping: An update in Canada's Pacific waters](#). Mar. Policy 58, 71–77.
- Murray, C.C., Hannah, L., Locke, A., 2020. A Review of Cumulative Effects Research and Assessment in Fisheries and Oceans Canada.
- Noble, B., 2015. Introduction to environmental assessment, 3rd. Editi. ed. Oxford University Press, Oxford.
- Nock, C.A., Vogt, R.J., Beisner, B.E., 2016. Functional traits. eLS 1–8.
- Olker, J.H., Kovalenko, K.E., Ciborowski, J.J.H., Brady, V.J., Johnson, L.B., 2016. [Watershed Land Use and Local Habitat: Implications for Habitat Assessment](#). Wetl. (Wilmington, N.C.) .
- Ontario, P. of, 2015. [Watershed planning in Ontario: Guidance for land-use planning authorities](#). Draft Report.
- Pauly, D., 1995. Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. Trends Ecol. Evol. 10, 430.
- Peterson, A.T., Soberón, J., Pearson, R.G., Anderson, R.P., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., Araújo, M.B., 2011. Ecological niches and geographic distributions (MPB-49). Princeton University Press.
- Pirhalla, D.E., 2004. [Evaluating Fish–Habitat Relationships for Refining Regional Indexes of Biotic Integrity: Development of a Tolerance Index of Habitat Degradation for Maryland Stream Fishes](#). Trans. Am. Fish. Soc. 133, 144–159.
- Poff, N.L., Allan, J.D., Bain, M.B., Karr, J.R., Prestegard, K.L., Richter, B.D., Sparks, R.E., Stromberg, J.C., 1997. The natural flow regime. Bioscience 47, 769–784.
- Przeslawski, R., Byrne, M., Mellin, C., 2014. [A review and meta-analysis of the effects of multiple abiotic stressors on marine embryos and larvae](#). Glob. Chang. Biol. 21, 2122–40.
- Railsback, S.F., 2016. [Why It Is Time to Put PHABSIM Out to Pasture](#). Fisheries 41, 720–725.
- Randall, R.G., Bradford, M.J., Clarke, K.D., and Rice, J.C. 2013. [A science-based interpretation of ongoing productivity of commercial, recreational or Aboriginal fisheries](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/112 iv + 26 p.
- Randall, R.G., Minns, C.K., 2000. [Use of fish production per unit biomass ratios for measuring the productive capacity of fish habitats](#). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57, 1657–1667.
- Reid, A.J., Carlson, A.K., Creed, I.F., Eliason, E.J., Gell, P.A., Johnson, P.T.J., Kidd, K.A., MacCormack, T.J., Olden, J.D., Ormerod, S.J., Smol, J.P., Taylor, W.W., Tockner, K., Vermaire, J.C., Dudgeon, D., Cooke, S.J., 2019. [Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity](#). Biol. Rev. 94, 849–873.
- Reid, A.J., Eckert, L.E., Lane, J.-F., Young, N., Hinch, S.G., Darimont, C.T., Cooke, S.J., Ban, N.C., Marshall, A., 2021. [“Two-Eyed Seeing”: An Indigenous framework to transform fisheries research and management](#). Fish Fish. 22, 243–261.

- 
- Reynoldson, T.B., Norris, R.H., Resh, V.H., Day, K.E., Rosenberg, D.M., 1997. [The Reference Condition: A Comparison of Multimetric and Multivariate Approaches to Assess Water-Quality Impairment Using Benthic Macroinvertebrates](#). J. North Am. Benthol. Soc. 16, 833–852.
- Rood, K.M., Hamilton, R.E., 1995. Hydrology and water use for salmon streams in the Thompson River watershed, British Columbia. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. Manuscr. Can. des Sci. halieutiques Aquat. 2297, 174.
- Rosenfeld, J., 2003. [Assessing the Habitat Requirements of Stream Fishes: An Overview and Evaluation of Different Approaches](#). Trans. Am. Fish. Soc. 132, 953–968.
- Rosenfeld, J., Porter, M., Parkinson, E., 2000. [Habitat factors affecting the abundance and distribution of juvenile cutthroat trout \(\*Oncorhynchus clarki\*\) and coho salmon \(\*Oncorhynchus kisutch\*\)](#). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57, 766–774.
- Sheer, M.B., Steel, E.A., 2006. [Lost Watersheds: Barriers, Aquatic Habitat Connectivity, and Salmon Persistence in the Willamette and Lower Columbia River Basins](#). Trans. Am. Fish. Soc. 135, 1654–1669.
- Smit, B., Spaling, H., 1995. [Methods for cumulative effects assessment](#). Environ. Impact Assess. Rev. 15, 81–106.
- Smith, S.D.P., Bunnell, D.B., Burton, G.A., Ciborowski, J.J.H., Davidson, A.D., Dickinson, C.E., Eaton, L.A., Esselman, P.C., Evans, M.A., Kashian, D.R., Manning, N.F., McIntyre, P.B., Nalepa, T.F., Pérez-Fuentetaja, A., Steinman, A.D., Uzarski, D.G., Allan, J.D., 2019. [Evidence for interactions among environmental stressors in the Laurentian Great Lakes](#). Ecol. Indic. 101, 203–211.
- Stelzenmüller, V., Coll, M., Mazaris, A.D., Giakoumi, S., Katsanevakis, S., Portman, M.E., Degen, R., Mackelworth, P., Gimpel, A., Albano, P.G., Alpanidou, V., Claudet, J., Essl, F., Evagelopoulos, T., Heymans, J.J., Genov, T., Kark, S., Micheli, F., Pennino, M.G., Rilov, G., Rumes, B., Steenbeek, J., Ojaveer, H., 2018. [A risk-based approach to cumulative effect assessments for marine management](#). Sci. Total Environ. 612, 1132–1140.
- Tang, R.W.K., Doka, S.E., Gertzen, E.L., Neigum, L.M., 2020. Dissolved Oxygen Tolerance Guilds of Adult and Juvenile Great Lakes Fish Species. Fisheries and Oceans Canada= Pêches et Océans.
- Tonn, W.M., 1990. [Climate Change and Fish Communities: A Conceptual Framework](#). Trans. Am. Fish. Soc. 119, 337–352.
- Trebitz, A.S., Brazner, J.C., Brady, V.J., Axler, R., Tanner, D.K., 2007. [Turbidity Tolerances of Great Lakes Coastal Wetland Fishes](#). North Am. J. Fish. Manag. 27, 619–633.
- Troia, M.J., Kaz, A.L., Niemeyer, J.C., Giam, X., 2019. [Species traits and reduced habitat suitability limit efficacy of climate change refugia in streams](#). Nat. Ecol. Evol. 3, 1321–1330.
- Turner, B.L., Kasperson, R.E., Matson, P.A., McCarthy, J.J., Corell, R.W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J.X., Luers, A., Martello, M.L., 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. Proc. Natl. Acad. Sci. 100, 8074–8079.
- US EPA, E.P.A., 2010. Integrating Ecological Assessment and Decision-Making at EPA: A Path Forward. Results of a Colloquium in Response to Science Advisory Board and National Research Council Recommendations. Risk Assessment Forum. Washington, DC. EPA/100/R-10/004.
-

- 
- Vandermeulen, H., 2005. Assessing Marine Habitat Sensitivity: A case study with eelgrass (*Zostera marina* L.) and kelps (*Laminaria*, *Macrocystis*). Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc 2005/032.
- Violle, C., Navas, M.-L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I., Garnier, E., 2007. [Let the concept of trait be functional!](#) *Oikos* 116, 882–892.
- Wakeley, J.S., 1988. A method to create simplified versions of existing habitat suitability index (HSI) models. *Environ. Manage.* 12, 79–83.
- Webb, T.M., Daniel, C.J., Korman, J., Meisner, J.D., 1994. Development of a fish habitat sensitivity indexing scheme for application in the Fraser River basin. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. Manuscr. Can. des Sci. halieutiques Aquat. 1994. 2234.
- Wenger, S.J., Isaak, D.J., Luce, C.H., Neville, H.M., Fausch, K.D., Dunham, J.B., Dauwalter, D.C., Young, M.K., Elsner, M.M., Rieman, B.E., Hamlet, A.F., Williams, J.E., 2011. [Flow regime, temperature, and biotic interactions drive differential declines of trout species under climate change.](#) *Proc. Natl. Acad. Sci.* 108, 14175 LP – 14180.
- Whillans, T.H., 1982. [Changes in Marsh Area Along the Canadian Shore of Lake Ontario.](#) *J. Great Lakes Res.* 8, 570–577.
- WWF-Canada, 2020. Watershed Reports: A national reassessment of Canada’s freshwater Paquette C.
- Yao, W., Liu, H., Chen, Y., Zhang, W., Zhong, Y., Fan, H., Li, L., Bamal, S., 2017. [Simulating Spawning and Juvenile Rainbow Trout \(\*Oncorhynchus mykiss\*\) Habitat in Colorado River Based on High-Flow Effects.](#) *Water* .
- YESAB, 2019. Consideration of Cumulative Effects in YESAB Assessments.

## 6. TABLEAUX

Tableau 1. Ressources de données facilement accessibles sur les espèces de poissons d'eau douce, leur habitat et les facteurs de stress, qui peuvent éclairer les évaluations de projets au Canada. Les ensembles de données comprennent l'état des espèces et de l'habitat, ainsi que des données géospatiales sur les plans d'eau et les facteurs de stress (p. ex., les facteurs de stress du bassin hydrographique).

Province, territoire ou organisation	Source de données sur les poissons d'eau douce (lien vers les données)	Description des données disponibles	Données sur les espèces	Données sur l'habitat	Données sur les facteurs de stress
Colombie-Britannique	<a href="https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/plants-animals-ecosystems/fish/fish-and-fish-habitat-data-information">https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/plants-animals-ecosystems/fish/fish-and-fish-habitat-data-information</a>	Portail des données sur les poissons	X	X	X
	<a href="https://catalogue.data.gov.bc.ca/organization/geo-bc?q=freshwater+atlas">https://catalogue.data.gov.bc.ca/organization/geo-bc?q=freshwater+atlas</a>	Données de l'atlas de l'eau douce de la C.-B. sur les plans d'eau, les habitats et les espèces	X	X	X
	<a href="https://catalogue.data.gov.bc.ca/dataset?tags=EcologyCat">https://catalogue.data.gov.bc.ca/dataset?tags=EcologyCat</a>	Profils de répartition et d'abondance des espèces	X	-	-
	<a href="http://a100.gov.bc.ca/pub/eswp/search.do">http://a100.gov.bc.ca/pub/eswp/search.do</a>	Répartition des espèces	X	-	-
	<a href="http://a100.gov.bc.ca/pub/fidq/viewFdisProjects.do">http://a100.gov.bc.ca/pub/fidq/viewFdisProjects.do</a>	Projets d'inventaire des poissons (études des plans d'eau et collectes de poissons)	X	X	-
	<a href="http://a100.gov.bc.ca/pub/eirs/basicSearch.do">http://a100.gov.bc.ca/pub/eirs/basicSearch.do</a>	Profils de répartition et d'abondance des espèces	X	-	-
	<a href="https://www.salmonexplorer.ca/#!/">https://www.salmonexplorer.ca/#!/</a>	Répartition, état, habitat et facteurs de stress du saumon	X	X	X
Yukon	<a href="https://www.cmNBC.ca/atlasgallery/yukon-fish-and-fish-habitat-atlas/">https://www.cmNBC.ca/atlasgallery/yukon-fish-and-fish-habitat-atlas/</a>	Base de données du FISS, répartition des espèces	X	X	-



Province, territoire ou organisation	Source de données sur les poissons d'eau douce (lien vers les données)	Description des données disponibles	Données sur les espèces	Données sur l'habitat	Données sur les facteurs de stress
	<a href="https://cmnmaps.ca/fiss_yukon/">https://cmnmaps.ca/fiss_yukon/</a>	Données sur les plans d'eau, l'habitat et les espèces	X	X	-
	<a href="https://geoweb.gov.yk.ca/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7B982FEE8A-935B-4F4D-A947-2AA520F596CF%7D">https://geoweb.gov.yk.ca/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7B982FEE8A-935B-4F4D-A947-2AA520F596CF%7D</a>	Aires de fraie du saumon chinook et du saumon kéta	X	X	-
Territoires du Nord-Ouest	<a href="https://www.maps.geomatics.gov.nt.ca/Html5Viewer_PROD/Index.html?viewer=CIMP_ILC_Web_map.ILC_Viewer">https://www.maps.geomatics.gov.nt.ca/Html5Viewer_PROD/Index.html?viewer=CIMP_ILC_Web_map.ILC_Viewer</a>	Répartition des espèces de poissons en péril	X	-	-
	<a href="https://www.enr.gov.nt.ca/en/services/cumulative-impact-monitoring-program-nwt-cimp/inventory-landscape-change-webviewer">https://www.enr.gov.nt.ca/en/services/cumulative-impact-monitoring-program-nwt-cimp/inventory-landscape-change-webviewer</a>	Information sur le paysage	X	-	X
	<a href="http://data.nwtresearch.com/Scientific/Search?SY=1986&amp;EY=2020&amp;q=fish&amp;Search=&amp;iTi=true&amp;iTi=false&amp;iPI=true&amp;iPI=false&amp;iDe=true&amp;iDe=false&amp;iPT=true&amp;iPT=false&amp;R=0">http://data.nwtresearch.com/Scientific/Search?SY=1986&amp;EY=2020&amp;q=fish&amp;Search=&amp;iTi=true&amp;iTi=false&amp;iPI=true&amp;iPI=false&amp;iDe=true&amp;iDe=false&amp;iPT=true&amp;iPT=false&amp;R=0</a>	Profils de répartition et d'abondance des espèces	X	-	-
	<a href="https://www.srrb.nt.ca/index.php?option=com_k2&amp;view=item&amp;id=460:nwt-fish-and-fish-habitat-database&amp;Itemid=985">https://www.srrb.nt.ca/index.php?option=com_k2&amp;view=item&amp;id=460:nwt-fish-and-fish-habitat-database&amp;Itemid=985</a>	Base de données sur les poissons et leur habitat aux T.N.-O. (espèces de poissons, caractéristiques des plans d'eau)	X	X	X
	<a href="https://www.researchgate.net/publication/263541442_Distributions_of_Freshwater_and_Anadromous_Fishes_from_the_Mainland_Northwest_Territories_Canada">https://www.researchgate.net/publication/263541442_Distributions_of_Freshwater_and_Anadromous_Fishes_from_the_Mainland_Northwest_Territories_Canada</a>	Répartition des poissons d'eau douce sur la partie continentale des T.N.-O.	X	X	-
Nunavut	<a href="https://oceansnorth.org/wp-content/uploads/2018/07/en-04-canadas-arctic-marine-atlas-chapter-four-fish.pdf">https://oceansnorth.org/wp-content/uploads/2018/07/en-04-canadas-arctic-marine-atlas-chapter-four-fish.pdf</a>	Carte d'occurrence d'espèces de poissons marins et anadromes dans l'Arctique	X	-	-

Province, territoire ou organisation	Source de données sur les poissons d'eau douce (lien vers les données)	Description des données disponibles	Données sur les espèces	Données sur l'habitat	Données sur les facteurs de stress
	<a href="https://open.canada.ca/data/fr/dataset/24aaaf38-c546-4df0-9eaa-7ccfd1178ffd">https://open.canada.ca/data/fr/dataset/24aaaf38-c546-4df0-9eaa-7ccfd1178ffd</a>	Emplacement de l'omble chevalier	X	X	-
	<a href="https://www.ngmp.ca/fra/1424180769840/1424180806031">https://www.ngmp.ca/fra/1424180769840/1424180806031</a>	Plans de surveillance des poissons d'eau douce	X	-	-
Alberta	<a href="https://www.alberta.ca/fisheries-and-wildlife-management-information-system-overview.aspx">https://www.alberta.ca/fisheries-and-wildlife-management-information-system-overview.aspx</a>	Portail des données sur les poissons	X	X	X
	<a href="https://maps.alberta.ca/FWIMT_Pub/Viewer/?TermsOfUseRequired=true&amp;Viewer=FWIMT_Pub">https://maps.alberta.ca/FWIMT_Pub/Viewer/?TermsOfUseRequired=true&amp;Viewer=FWIMT_Pub</a>	Inventaire des poissons	X	-	-
	<a href="https://www.alberta.ca/fsi-metrics-and-mapping.aspx">https://www.alberta.ca/fsi-metrics-and-mapping.aspx</a>	Densités de poissons	X	-	-
	<a href="https://www1.agric.gov.ab.ca/\$department/deptdocs.nsf/all/formain15755/\$file/anc_dfmp_Chap_2_Pg_85-98.pdf?OpenElement">https://www1.agric.gov.ab.ca/\$department/deptdocs.nsf/all/formain15755/\$file/anc_dfmp_Chap_2_Pg_85-98.pdf?OpenElement</a>	Descriptions de l'aire de répartition	X	-	-
	<a href="https://www.ab-conservation.com/programs/fish/fish-annual-summaries/">https://www.ab-conservation.com/programs/fish/fish-annual-summaries/</a>	Répartition et abondance des espèces	X	-	-
	<a href="https://www.biodiversitylibrary.org/item/198335#page/243/mode/1up">https://www.biodiversitylibrary.org/item/198335#page/243/mode/1up</a>	Espèces de poissons en péril dans les bassins versants des rivières Milk et St Marys	X	-	-
	<a href="https://open.alberta.ca/dataset?audience=Scientists&amp;tags=fish">https://open.alberta.ca/dataset?audience=Scientists&amp;tags=fish</a>	Répartition et abondance des espèces	X	-	-
	<a href="https://www.nswa.ab.ca/get-involved/watershed-planning-advisory-councils/">https://www.nswa.ab.ca/get-involved/watershed-planning-advisory-councils/</a>	Information sur l'habitat et le stress	-	X	X
Saskatchewan	<a href="http://biodiversity.sk.ca/HABISask.htm">http://biodiversity.sk.ca/HABISask.htm</a>	Répartition des espèces	X	-	-
	<a href="http://biodiversity.sk.ca/iNaturalist.htm">http://biodiversity.sk.ca/iNaturalist.htm</a>	Répartition des espèces	X	-	-

Province, territoire ou organisation	Source de données sur les poissons d'eau douce (lien vers les données)	Description des données disponibles	Données sur les espèces	Données sur l'habitat	Données sur les facteurs de stress
	<a href="https://www.saskatchewan.ca/residents/parks-culture-heritage-and-sport/hunting-trapping-and-angling/angling/fish-populations-management-and-research">https://www.saskatchewan.ca/residents/parks-culture-heritage-and-sport/hunting-trapping-and-angling/angling/fish-populations-management-and-research</a>	Portail des données sur les poissons	X	X	X
	<a href="https://publications.saskatchewan.ca/#/categories/158">https://publications.saskatchewan.ca/#/categories/158</a>	Données de relevés sur les poissons	X	X	-
Manitoba	<a href="https://gov.mb.ca/fish-wildlife/fish/commercial_fishing/netting_data.fr.html">https://gov.mb.ca/fish-wildlife/fish/commercial_fishing/netting_data.fr.html</a>	Populations de poissons du lac Winnipeg	X	X	X
	<a href="http://130.179.67.140/dataset/fish-com">http://130.179.67.140/dataset/fish-com</a>	Cours d'eau agricoles – communautés de poissons	X	X	-
	<a href="https://open.canada.ca/data/fr/dataset?q=manitoba+fish&amp;sort=&amp;page=1">https://open.canada.ca/data/fr/dataset?q=manitoba+fish&amp;sort=&amp;page=1</a>	Études du MPO	X	-	-
Ontario	<a href="https://geohub-fr.lio.gov.on.ca/?locale=fr">https://geohub-fr.lio.gov.on.ca/?locale=fr</a>	Information sur la répartition, l'habitat et les facteurs de stress des espèces	X	X	X
	<a href="https://www.comap.ca/fwis/">https://www.comap.ca/fwis/</a>	Information sur la répartition des espèces dans les ruisseaux et les rivières et sur leur habitat	X	X	X
	<a href="https://data.ontario.ca/fr/dataset/provincial-stream-water-quality-monitoring-network">https://data.ontario.ca/fr/dataset/provincial-stream-water-quality-monitoring-network</a>	information sur l'habitat (qualité de l'eau)	-	X	X
	<a href="https://foca.on.ca/program-mapping-multiple-stressors-on-inland-lakes/">https://foca.on.ca/program-mapping-multiple-stressors-on-inland-lakes/</a>	Données sur les facteurs de stress dans les lacs intérieurs	X	X	X
	<a href="http://sobr.ca/">http://sobr.ca/</a>	Information sur les espèces, l'habitat et les facteurs de stress	X	X	X

Province, territoire ou organisation	Source de données sur les poissons d'eau douce (lien vers les données)	Description des données disponibles	Données sur les espèces	Données sur l'habitat	Données sur les facteurs de stress
	<a href="https://www.watershedcheckup.ca/conservation-authority-map">https://www.watershedcheckup.ca/conservation-authority-map</a>	Fiches de rendement des bassins hydrographiques pour le sud de l'Ontario	X	X	X
Québec	<a href="http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/suivi_mil-aqua/comm_pois-riv.htm">http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/suivi_mil-aqua/comm_pois-riv.htm</a>	Portail des données sur les poissons	X	X	X
	<a href="http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/bassin_versant/bassins/index.htm">http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/bassin_versant/bassins/index.htm</a>	Emplacement des plans d'eau des communautés de poissons	X	X	-
	<a href="https://ogsl.ca/bio/?lg=fr">https://ogsl.ca/bio/?lg=fr</a>	Abondance et répartition des espèces de poissons	X	X	-
Nouveau-Brunswick	<a href="https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/ministeres/10/donnees_ouvertes/acces_direct.html">https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/ministeres/10/donnees_ouvertes/acces_direct.html</a>	Portail des données sur les poissons	X	X	X
	<a href="https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/ministeres/de_r/Ressources_naturelles/content/donnees_ouvertes/web_mapping_applications.html">https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/ministeres/de_r/Ressources_naturelles/content/donnees_ouvertes/web_mapping_applications.html</a>	Zones d'empoisonnement (saumon, omble de fontaine)	X	X	-
	<a href="http://canadarivers-gis.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=96a4db019a2048d9aa050e0197aa945a">http://canadarivers-gis.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=96a4db019a2048d9aa050e0197aa945a</a>	Répartition de la truite arc-en-ciel	X	X	-
	<a href="https://open.canada.ca/data/fr/dataset/17bda544-dd77-99c4-5785-74315d9badaa">https://open.canada.ca/data/fr/dataset/17bda544-dd77-99c4-5785-74315d9badaa</a>	Répartition des saumoneaux	X	X	-
	<a href="http://canadarivers-gis.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=f81911fbd3d3474c9a36488cc436bf9a">http://canadarivers-gis.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=f81911fbd3d3474c9a36488cc436bf9a</a>	Sites de pêche à l'électricité du saumon de l'Atlantique	X	X	-
Île-du-Prince-Édouard	<a href="https://open.canada.ca/data/fr/dataset/192ccf66-987a-4f95-9c69-910383d9875b?=undefined&amp;wbdisable=true">https://open.canada.ca/data/fr/dataset/192ccf66-987a-4f95-9c69-910383d9875b?=undefined&amp;wbdisable=true</a>	Données sur l'abondance et la répartition	X	X	-

Province, territoire ou organisation	Source de données sur les poissons d'eau douce (lien vers les données)	Description des données disponibles	Données sur les espèces	Données sur l'habitat	Données sur les facteurs de stress
	<a href="https://data.princeedwardisland.ca/Environment-and-Food/OD0002-Pesticide-Analysis-for-Finfish-and-Shellfis/4bk3-u3rm">https://data.princeedwardisland.ca/Environment-and-Food/OD0002-Pesticide-Analysis-for-Finfish-and-Shellfis/4bk3-u3rm</a>	Répartition de l'omble de fontaine et de la truite arc-en-ciel dans neuf rivières	X	X	-
	<a href="https://www.princeedwardisland.ca/sites/default/files/publications/coles_creek_watershed_flow_and_fisheries_monitoring_year_1_report_.pdf">https://www.princeedwardisland.ca/sites/default/files/publications/coles_creek_watershed_flow_and_fisheries_monitoring_year_1_report_.pdf</a>	Densité et biomasse de l'omble de fontaine et de la truite arc-en-ciel	X	X	-
	<a href="https://www.princeedwardisland.ca/sites/default/files/publications/coles_creek_watershed_flow_and_fisheries_monitoring_year_2_report.pdf">https://www.princeedwardisland.ca/sites/default/files/publications/coles_creek_watershed_flow_and_fisheries_monitoring_year_2_report.pdf</a>	Densité et biomasse de l'omble de fontaine et de la truite arc-en-ciel	X	X	-
Nouvelle-Écosse	<a href="https://data.novascotia.ca/browse?Detailed-Metadata_Department=Fisheries+and+Aquaculture&amp;page=1">https://data.novascotia.ca/browse?Detailed-Metadata_Department=Fisheries+and+Aquaculture&amp;page=1</a>	Portail des données sur les poissons	X	X	X
	<a href="https://data.novascotia.ca/Fishing-and-Aquaculture/Nova-Scotia-Freshwater-Fish-Species-Distribution-R/jgyj-d4fh">https://data.novascotia.ca/Fishing-and-Aquaculture/Nova-Scotia-Freshwater-Fish-Species-Distribution-R/jgyj-d4fh</a>	Registres de la répartition du poisson	X	-	-
Terre-Neuve-et-Labrador	<a href="https://www.gov.nl.ca/ffa/wildlife/wildlife-research/arfm/">https://www.gov.nl.ca/ffa/wildlife/wildlife-research/arfm/</a>	Portail des données sur les poissons	X	X	X
	<a href="https://www.gov.nl.ca/ffa/wildlife/all-species/animals/inland-fish/">https://www.gov.nl.ca/ffa/wildlife/all-species/animals/inland-fish/</a>	Quelques renseignements sur la répartition des espèces dans la province	X	X	-
	<a href="https://www.gov.nl.ca/ffa/wildlife/all-species/inlandfish/">https://www.gov.nl.ca/ffa/wildlife/all-species/inlandfish/</a>	État et présence des poissons d'eau douce à T.-N.-L.	X	X	-
	<a href="https://fish.mongabay.com/data/Newfoundland.htm">https://fish.mongabay.com/data/Newfoundland.htm</a>	Présence des poissons d'eau douce à T.-N.-L.	X	-	-
<b>Autre</b>					
Pêches et Océans Canada	<a href="https://open.canada.ca/data/fr/dataset?q=distribution&amp;organization=dfo-mpo&amp;sort=metadata_modified+desc">https://open.canada.ca/data/fr/dataset?q=distribution&amp;organization=dfo-mpo&amp;sort=metadata_modified+desc</a>	Abondance et répartition	X	X	-

Province, territoire ou organisation	Source de données sur les poissons d'eau douce (lien vers les données)	Description des données disponibles	Données sur les espèces	Données sur l'habitat	Données sur les facteurs de stress
	-	Suivi des activités du programme de l'habitat (SAPH)	X	X	X
	<a href="https://publications.gc.ca/collections/collection_2019/mpo-dfo/fs70-6/Fs70-6-2019-046-fra.pdf">https://publications.gc.ca/collections/collection_2019/mpo-dfo/fs70-6/Fs70-6-2019-046-fra.pdf</a>	Outil d'évaluation de l'habitat et de l'écosystème	X	X	-
	<a href="https://open.canada.ca/data/fr/dataset/e0fabad5-9379-4077-87b9-5705f28c490b">https://open.canada.ca/data/fr/dataset/e0fabad5-9379-4077-87b9-5705f28c490b</a>	Répartition des espèces en péril	X	X	-
Environnement et Changement climatique Canada	<a href="https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril.html">https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril.html</a>	Programmes de rétablissement et plans de gestion pour les espèces en péril	X	X	X
iNaturalist	<a href="https://www.inaturalist.org/observations?place_id=6712&amp;iconic_taxa=Actinopterygii">https://www.inaturalist.org/observations?place_id=6712&amp;iconic_taxa=Actinopterygii</a>	Répartition des poissons	X	X	-
NatureServe	<a href="https://explorer.natureserve.org/Search#q">https://explorer.natureserve.org/Search#q</a>	Répartition des poissons	X	X	-
BOLD Systems	<a href="http://v3.boldsystems.org/index.php/Public_SearchTerms">http://v3.boldsystems.org/index.php/Public_SearchTerms</a>	Portail de données publiques, termes de recherche « <i>Cyprinidae Salmonidae Percidae Canada</i> ». Répartition des poissons	X	X	-
FishBase	<a href="https://www.fishbase.org/Country/CountryChecklist.php?what=list&amp;trpp=50&amp;c_code=124&amp;csub_code=&amp;cpresence=present&amp;sortby=status&amp;vhabitat=fresh">https://www.fishbase.org/Country/CountryChecklist.php?what=list&amp;trpp=50&amp;c_code=124&amp;csub_code=&amp;cpresence=present&amp;sortby=status&amp;vhabitat=fresh</a>	Répartition, caractéristiques et préférences en matière d'habitat des espèces	X	X	-
Aquamaps	<a href="https://www.aquamaps.org/OtherSpeciesList.php">https://www.aquamaps.org/OtherSpeciesList.php</a>	Affilié à FishBase avec les aires de répartition des espèces	X	X	-
GBIF - Base de données du Réseau de	<a href="https://www.gbif.org/dataset/3633e0e7-8c25-4c3d-b9c7-078c0be25665#taxonomicCoverages">https://www.gbif.org/dataset/3633e0e7-8c25-4c3d-b9c7-078c0be25665#taxonomicCoverages</a>	Ensemble de données sur l'occurrence des poissons	X	X	-

Province, territoire ou organisation	Source de données sur les poissons d'eau douce (lien vers les données)	Description des données disponibles	Données sur les espèces	Données sur l'habitat	Données sur les facteurs de stress
biodiversité de l'eau douce	<a href="https://www.gbif.org/dataset/2f46fe6f-b9fd-4dba-8ca2-2cb1368ceed8">https://www.gbif.org/dataset/2f46fe6f-b9fd-4dba-8ca2-2cb1368ceed8</a>	Ensemble de données sur l'occurrence des poissons	X	X	-
	<a href="https://www.gbif.org/dataset/d97d8a15-3b12-4519-92bf-e4cf9e764514">https://www.gbif.org/dataset/d97d8a15-3b12-4519-92bf-e4cf9e764514</a>	Ensemble de données sur l'occurrence des poissons dans l'Arctique	X	X	-
	<a href="https://www.gbif.org/dataset/813b435e-f762-11e1-a439-00145eb45e9a">https://www.gbif.org/dataset/813b435e-f762-11e1-a439-00145eb45e9a</a>	Ensemble de données sur l'occurrence des poissons	X	X	-
	<a href="https://www.gbif.org/dataset/dc3bfd08-0141-45ae-9603-91ac50cdc33b">https://www.gbif.org/dataset/dc3bfd08-0141-45ae-9603-91ac50cdc33b</a>	Ensemble de données sur l'occurrence des poissons du Musée canadien de la nature	X	X	-
	<a href="https://www.gbif.org/dataset/afc30a94-6107-488a-b9c0-ba9c4fa68b7c">https://www.gbif.org/dataset/afc30a94-6107-488a-b9c0-ba9c4fa68b7c</a>	Ensemble de données sur l'occurrence des poissons	X	X	-
VertNet	<a href="http://portal.vertnet.org/search?q=country:%22canada%22+collectioncode:FISH">http://portal.vertnet.org/search?q=country:%22canada%22+collectioncode:FISH</a>	Répartition des espèces	X	X	-
IUCN Redlist	<a href="https://www.iucnredlist.org/fr/resources/grid">https://www.iucnredlist.org/fr/resources/grid</a>	Répartition, caractéristiques et statut de conservation des espèces	X	X	-
FishBASE Aquamaps	<a href="https://www.aquamaps.org/">https://www.aquamaps.org/</a>	Répartition des espèces à l'échelle mondiale	X	X	-
EDDMaps	<a href="https://www.eddmaps.org/">https://www.eddmaps.org/</a>	Information sur la répartition des espèces envahissantes	X	X	-
Canadian National Aquatic	<a href="https://obis.org/dataset/139db389-055f-477b-a743-1ca1fd01c092">https://obis.org/dataset/139db389-055f-477b-a743-1ca1fd01c092</a>	Information sur la répartition des espèces envahissantes	X	X	-

Province, territoire ou organisation	Source de données sur les poissons d'eau douce (lien vers les données)	Description des données disponibles	Données sur les espèces	Données sur l'habitat	Données sur les facteurs de stress
Invasive Species Database					
Fonds mondial pour la nature (WWF-Canada)	<a href="https://hydrosheds.org/page/hydroatlas">https://hydrosheds.org/page/hydroatlas</a>	Information sur l'habitat et le stress	-	X	X
Fonds mondial pour la nature (WWF-Canada)	<a href="https://watershedreports.wwf.ca/fr/#intro">https://watershedreports.wwf.ca/fr/#intro</a>	Données sur les facteurs de stress des bassins hydrographiques	-	X	X
Réseau hydrographique national	<a href="https://www.rncan.gc.ca/science-et-donnees/science-et-recherche/sciences-terre/geographie/information-topographique/programme-geobase-eaux-surface-geeau/reseau-hydrographique-national/21362">https://www.rncan.gc.ca/science-et-donnees/science-et-recherche/sciences-terre/geographie/information-topographique/programme-geobase-eaux-surface-geeau/reseau-hydrographique-national/21362</a>	Données spatiales sur les bassins hydrographiques, les plans d'eau et les rivières	-	X	X
Le projet BEACONS	<a href="https://databasin.org/search/#query=BEACONS">https://databasin.org/search/#query=BEACONS</a>	Données sur l'habitat boréal, les espèces et les facteurs de stress	X	X	X
Couverture terrestre et utilisation des terres de RNCAN	<a href="https://www.rncan.gc.ca/cartes-outils-publications/imagerie-satellitaire-photos-aer/developpement-dapplications/couverture-terrestre/21756">https://www.rncan.gc.ca/cartes-outils-publications/imagerie-satellitaire-photos-aer/developpement-dapplications/couverture-terrestre/21756</a>	Données sur la couverture terrestre, l'utilisation des terres et les facteurs de stress	-	X	X
Réseau routier national de RNCAN	<a href="https://open.canada.ca/data/fr/dataset/3d282116-e556-400c-9306-ca1a3cada77f">https://open.canada.ca/data/fr/dataset/3d282116-e556-400c-9306-ca1a3cada77f</a>	Données sur le réseau routier (fragmentation)	-	-	X
Conservation de la nature Canada	<a href="https://2c1forest.databasin.org/datasets/3fa5eb769b99496fad0c05c838c8823d">https://2c1forest.databasin.org/datasets/3fa5eb769b99496fad0c05c838c8823d</a>	Espèces, habitat et facteurs de stress pour la région du nord des Appalaches et de l'Acadie	X	X	X



Province, territoire ou organisation	Source de données sur les poissons d'eau douce (lien vers les données)	Description des données disponibles	Données sur les espèces	Données sur l'habitat	Données sur les facteurs de stress
CANFISHPASS: Inventory of Canadian fish passage facilities	<a href="http://www.fecpl.ca/projects/canfishpass-inventory-of-canadian-fish-passage-facilities/">http://www.fecpl.ca/projects/canfishpass-inventory-of-canadian-fish-passage-facilities/</a>	Ensemble de données sur les installations de passe migratoire du Canada	-	X	X
Rapports de situation du COSEPAC	<a href="https://www.cosewic.ca/index.php/fr/rapports-situation.html">https://www.cosewic.ca/index.php/fr/rapports-situation.html</a>	Répartition et situation des espèces	X	X	X

Tableau 2. Sources de données facilement accessibles contenant des renseignements sur les caractéristiques et la sensibilité des espèces de poissons d'eau douce.

Référence	Source de données	Échelle spatiale
Froese, R. et D. Pauly. Rédacteurs. 2019. <a href="#">FishBase</a> . Publication électronique du World Wide Web. (12/2019)	<a href="http://www.fishbase.org/search.php">http://www.fishbase.org/search.php</a>	Ensemble de données mondial sur les occurrences, les caractéristiques et les préférences en matière d'habitat
Thorson, J. T., S. B. Munch, J. M. Cope et J. Gao. 2017. <a href="#">Predicting life history parameters for all fishes worldwide. Ecological Applications</a> . Paragraphe 27(8) : 2262–2276.	<a href="https://github.com/James-Thorson-NOAA/FishLife">https://github.com/James-Thorson-NOAA/FishLife</a>	Ensemble de données mondial sur la croissance, la taille, la maturité, la mortalité, le recrutement des stocks et la dynamique des populations
Eakins, R. J. 2020. <a href="#">Ontario Freshwater Fishes Life History Database</a> . Version 5.03. Online database, consulté le 5 décembre 2020	<a href="http://www.ontariofishes.ca/home.htm">http://www.ontariofishes.ca/home.htm</a>	Ensemble de données de l'Ontario sur les occurrences, les caractéristiques, les préférences en matière d'habitat et les tolérances des poissons
Coker, G.A., C.B. Portt et C.K. Minns. 2001. Morphological and Ecological Characteristics of Canadian Freshwater Fishes. Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2554: iv+89p.	<a href="https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/Library/254364.pdf">https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/Library/254364.pdf</a>	Ensemble de données nationales sur les caractéristiques et les préférences en matière d'habitat du poisson
Liste des espèces menacées de l'IUCN	<a href="https://www.iucnredlist.org/fr/resources/grid">https://www.iucnredlist.org/fr/resources/grid</a>	Ensemble de données mondial sur la situation, les caractéristiques et leurs

Référence	Source de données	Échelle spatiale
		préférences en matière d'habitat des espèces
Winemiller, K.O., et K.A. Rose, 1992. Patterns of life-history diversification in North American fishes: Implications for population regulation. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, vol. 49, n° 10, p. 2196-2218.	-	Ensemble de données sur les caractéristiques du cycle biologique des poissons en Amérique du Nord
Frimpong, E.A., et Angermeier, P.L., 2009. Fish traits: a database of ecological and life-history traits of freshwater fishes of the United States. Fisheries, 34(10), pp. 487-495.	<a href="http://www.fishtraits.info/">http://www.fishtraits.info/</a>	Ensemble de données sur les caractéristiques des espèces aux États-Unis
Chu, C. et M.A. Koops. 2007b. Life history invariants of lean and siscowet lake trout, lake whitefish, bloater, walleye and yellow perch populations in the Great Lakes. Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques #2816:vii +38p.	<a href="https://science-catalogue.canada.ca/reCORD=4027319~S6">https://science-catalogue.canada.ca/reCORD=4027319~S6</a>	Ensemble de données sur certains poissons des Grands Lacs
Chu, C. et M.A. Koops. 2007a. Life history parameters of Great Lakes populations of lake trout, lake whitefish, bloater, walleye, and yellow perch. Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques #2811:vii +43p.	<a href="https://science-catalogue.canada.ca/reCORD=4027317~S6">https://science-catalogue.canada.ca/reCORD=4027317~S6</a>	Ensemble de données sur certains poissons des Grands Lacs
Mims, M.C., Olden, J.D., Shattuck, Z.R. et Poff, N.L., 2010. Life history trait diversity of native freshwater fishes in North America. Ecology of Freshwater Fish, 19(3), pp. 390-400.	-	Ensemble de données nord-américaines
Trebitz, A.S., Brazner, J.C., Brady, V.J., Axler, R., Tanner, D.K., 2007. Turbidity tolerances of Great Lakes coastal wetland fishes. North American Journal of Fisheries Management, 27(2), pp.619-633.	-	Ensemble de données sur la tolérance à la turbidité des poissons des milieux humides côtiers des Grands Lacs
Whittier, T.R. et Hughes, R.M., 1998. Evaluation of fish species tolerances to environmental stressors in lakes in the northeastern United States. North American Journal of Fisheries Management, 18(2), pp.236-252.	-	Ensemble de données sur les tolérances dans le nord-est des États-Unis
Outil d'évaluation de l'habitat et de l'écosystème	<a href="https://publications.gc.ca/collections/collection_2019/mpo-dfo/fs70-6/Fs70-6-2019-046-fra.pdf">https://publications.gc.ca/collections/collection_2019/mpo-dfo/fs70-6/Fs70-6-2019-046-fra.pdf</a>	Ensemble de données nationales sur les caractéristiques et les préférences en matière d'habitat des poissons

Tableau 3. Résumés de la façon dont la sensibilité de l'habitat a été définie et évaluée dans des recherches antérieures sur les écosystèmes d'eau douce et marins.

Source	Écosystème	Principaux termes/variables	Courte description
Triton 1991	Marin	Valeurs des pêches Facteurs biophysiques Utilisation des ressources	Les effets de l'exploitation des ressources, les facteurs biophysiques (et les valeurs des pêches une fois terminées) sont additionnés pour donner une valeur totale représentative de la cote de gravité des impacts (un terme utilisé de façon interchangeable avec la sensibilité de l'habitat).
Rood et Hamilton 1995	Eau douce	Caractéristiques du débit Utilisation des terres Utilisation de l'eau	Ce rapport fait partie d'une série d'évaluations de l'habitat du saumon dans les cours d'eau du bassin du Fraser. La sensibilité de l'habitat a été définie par rapport au débit, y compris la variation naturelle du débit et les niveaux existants des impacts humains.
Webb <i>et al.</i> 1996	Eau douce	Activité humaine Variables environnementales Résistance des bassins hydrographiques Caractéristiques de l'habitat Caractéristiques des stocks de poissons	La sensibilité de l'habitat est définie à l'aide des cinq sous-indices énumérés dans la colonne des principaux termes. Les auteurs explorent des façons de regrouper les composantes à l'intérieur des sous-indices (par exemple, la résistance comprend le débit, l'alcalinité, le gradient, etc.), puis la façon de les combiner entre les sous-indices.
MacDonald <i>et al.</i> 1996	Marin	Fragilité Intensité Rétablissement	Évaluation de la sensibilité du fond marin aux impacts de la pêche selon la fragilité de l'habitat, le temps de rétablissement et le niveau d'intensité de l'activité.
Mason et Knight 2001	Eau douce	Composition des espèces comme indicateur de la santé des cours d'eau	Aucune évaluation directe de la sensibilité de l'habitat, mais on suppose que la santé et l'état des cours d'eau sont définis en fonction de la composition des espèces de poissons.

Source	Écosystème	Principaux termes/variables	Courte description
CIEM 2002	Marin	Niveau de gravité et durée des dommages causés par un facteur externe déterminé	Se rapporte à la réponse de l'habitat à un facteur de stress particulier, y compris la fragilité et la faible tolérance de l'habitat.
SCAS 2005 (Vandermeulen)	Marin	S.O.	Ce document du SCAS ne propose pas de définition de la sensibilité de l'habitat; c'est plutôt lors de la réunion connexe qu'ils ont décidé d'utiliser la définition du CIEM. Ils ont effectué un examen des réponses du varech et des herbiers marins (en tant qu'espèces formant un habitat) à différents seuils de changement.
MPO 2007	Eau douce	Sensibilité des espèces Dépendance des espèces à l'égard de l'habitat Rareté (de l'habitat) Résilience (de l'habitat)	La définition de la sensibilité de l'habitat du PPPH pour l'outil d'évaluation des risques dans les évaluations proposées de l'OEA comprend les attributs énumérés. Chaque attribut a des échelles de catégories et est défini davantage, p. ex., la résilience comprend les régimes d'écoulement, les régimes thermiques et les caractéristiques physiques.
Eno <i>et al.</i> 2013	Marin	Résistance Résilience	Évaluation des habitats en fonction d'activités particulières, ainsi que de leur résilience et leur résistance à l'occurrence de l'activité. Dans ce cas, les habitats comprennent un mélange d'espèces formant un habitat (p. ex., huîtres) et de caractéristiques physiques (p. ex., mares résiduelles).
Trumbo <i>et al.</i> 2014	Eau douce	Température	Définition restreinte, par rapport à la sensibilité des cours d'eau aux augmentations de la température de l'air. Dans ce cas, la sensibilité est liée aux caractéristiques du paysage.
Korpinen et Anderson 2016	Marin	Résilience Résistance	Il s'agit d'un document d'examen qui ne mesure pas directement la sensibilité de l'habitat, mais qui la définit comme étant fondée sur la résilience et la résistance de la composante écosystémique (de façon catégorique).

Tableau 4. Critères de détermination de la sensibilité de l'habitat dans le Guide de gestion des risques et justifications de la prise en considération des effets cumulatifs (perturbation passée et continue) pour un sous-ensemble de critères.

-	<b>Faible sensibilité</b>	<b>Sensibilité moyenne</b>	<b>Sensibilité élevée</b>	<b>Justification de la prise en considération des effets cumulatifs</b>
<b>Résilience des espèces</b>	Les espèces présentes sont résilientes après des changements et des perturbations.	Les espèces présentes sont modérément résilientes après des changements et des perturbations.	Les espèces présentes sont très sensibles aux perturbations.	Il y a un continuum d'espèces et une résilience communautaire face aux perturbations, de sorte que nous pouvons penser à différents niveaux d'effets cumulatifs passés et actuels. Dans les systèmes presque vierges, la résilience des espèces est déterminée par leur sensibilité aux perturbations nouvelles; dans les zones présentant des niveaux modérés de perturbations passées, les espèces peuvent faire face à des facteurs de stress, et d'autres perturbations pourraient repousser les limites de leurs tolérances. Dans les systèmes qui ont été perturbés pendant un certain temps, les espèces peuvent présenter une plus grande tolérance à l'OEA parce que les espèces sensibles ont déjà disparu de ces systèmes. Toutefois, comme il a été mentionné précédemment, dans ce dernier cas, l'inclusion des espèces disparues du système dans l'évaluation complète est importante pour reconnaître ces changements passés qui peuvent s'être produits et leurs conséquences.
<b>Dépendance des espèces à l'égard de l'habitat</b>	Habitat qui n'est pas utilisé par les poissons à un stade biologique quelconque, sauf à l'occasion lorsqu'ils	L'habitat est propice et peut être utilisé comme couloir de migration ou comme habitat d'alevinage ou de fraie.	L'habitat est limité et les poissons en dépendent pour la survie de l'espèce (p. ex. la zone de remontée d'eau souterraine qui soutient l'habitat de fraie ou les	-

-	Faible sensibilité	Sensibilité moyenne	Sensibilité élevée	Justification de la prise en considération des effets cumulatifs
	traversent la zone ou s'y nourrissent.  Caractéristiques de l'habitat utilisées de façon générale par les poissons.	Caractéristiques de l'habitat utilisées de façon variable par les poissons.	fosses profondes qui constituent le seul habitat d'hivernage).  Caractéristiques de l'habitat utilisées de façon particulière par les poissons.	
<b>Rareté de l'habitat</b>	L'habitat est prévalent et répandu, avec de nombreuses zones ayant des caractéristiques similaires.	L'habitat n'est ni répandu ni unique, rare ou distinct.	L'habitat est unique, rare et distinct.	-
<b>Résilience de l'habitat</b>	L'habitat est robuste et résistant aux perturbations, ou se rétablit rapidement.	L'habitat n'est ni robuste ni sensible, il est quelque peu résistant aux perturbations et se rétablit à un rythme modéré.	L'habitat est très sensible, facile à perturber et lent à se rétablir.	Comme dans le cas de la résilience des espèces, la résilience des habitats actuels dépend des niveaux passés et actuels des effets cumulatifs continus et des perturbations.
<b>Regroupement</b>	L'habitat ne soutient pas une fonction précise, les densités de poissons sont généralement faibles.	L'habitat soutient au moins une fonction, les densités de poissons sont périodiquement élevées.	L'habitat soutient plus d'une fonction, les densités de poissons sont souvent élevées.	Les effets cumulatifs passés et actuels peuvent avoir une incidence sur le fonctionnement des habitats et, par conséquent, sur les densités de poissons utilisant l'habitat comparativement aux périodes précédentes.

-	<b>Faible sensibilité</b>	<b>Sensibilité moyenne</b>	<b>Sensibilité élevée</b>	<b>Justification de la prise en considération des effets cumulatifs</b>
<p><b>Contribution de l'habitat à la productivité des pêches (MPO 2013)</b></p>	<p>La contribution de l'habitat à la productivité des pêches est faible.</p> <p>Des changements importants aux espèces ou à l'habitat touchés auront sans doute des impacts relativement faibles sur la productivité des pêches.</p>	<p>La contribution de l'habitat à la productivité des pêches est modérée.</p> <p>L'ampleur des changements aux espèces ou à l'habitat touchés est proportionnelle aux impacts sur la productivité des pêches (petits changements/petits impacts; grands changements/grands impacts).</p>	<p>La contribution de l'habitat à la productivité des pêches est élevée.</p> <p>Des changements légers apportés aux espèces ou à l'habitat touchés auront sans doute des impacts relativement importants sur la productivité des pêches.</p>	<p>Les effets cumulatifs passés et actuels peuvent modifier à la fois la productivité de l'habitat et la productivité des pêches. Les habitats qui ont déjà subi des impacts (comme il est mentionné ci-dessus) pourraient ne plus fonctionner comme par le passé, ce qui pourrait réduire la production de poissons. Ces changements dans la production de poissons peuvent être particulièrement importants pour les espèces à maturation lente et à longue durée de vie ou pour les communautés où les espèces tolérantes bénéficient de façon disproportionnée des changements de l'habitat associés aux perturbations/effets cumulatifs.</p>
<p><b>Caractère propice de l'habitat sur les plans biotique et abiotique</b></p>	<p>Aucune espèce structurante clé (abiotique) dans la zone de l'OEA.</p>	<p>Une espèce structurante clé est présente à l'emplacement de l'OEA, mais n'est pas une composante limitative.</p>	<p>Une espèce structurante clé est présente à l'emplacement de l'OEA et est une composante limitative.</p>	<p>Les effets cumulatifs passés et actuels peuvent modifier les conditions physiques, chimiques et biologiques dans la région de l'OEA et le caractère propice global de l'habitat sur les plans abiotique et biotique.</p>

-	<b>Faible sensibilité</b>	<b>Sensibilité moyenne</b>	<b>Sensibilité élevée</b>	<b>Justification de la prise en considération des effets cumulatifs</b>
<b>Espèces en péril</b>	Ne se trouve pas dans l'aire de répartition d'une espèce aquatique inscrite sur la liste des espèces en péril.	<p>À l'intérieur de l'aire de répartition d'une espèce aquatique en péril, mais pas un habitat essentiel.</p> <p>Habitat non essentiel d'une espèce aquatique en péril qui soutient des fonctions de son cycle de vie dans son aire de répartition.</p>	<p>Habitat essentiel ou résidence d'une espèce aquatique en péril, désigné dans le programme de rétablissement ou le plan d'action proposé ou final.</p> <p>Habitat soutenant des espèces préoccupantes.</p>	Les effets cumulatifs passés et actuels peuvent avoir une incidence négative sur l'habitat d'espèces en péril et peuvent avoir contribué à la situation de ces espèces en péril.



## 7. ANNEXE A

Tableau A1. Exemples de processus d'évaluation des effets cumulatifs tirés de documents gouvernementaux existants et de documents publiés.

Région	Rapport	Étapes d'évaluation des effets cumulatifs	Principales composantes et considérations
Canada	Évaluation des effets cumulatifs : Guide du praticien (Hegmann <i>et al.</i> 1999)	1. Établissement de la portée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recenser les CVE de la région qui pourrait être touchées</li> <li>• Établir les limites spatiales et temporelles</li> <li>• Déterminer d'autres actions qui pourraient influencer sur les mêmes CVE</li> <li>• Déterminer l'incidence potentielle des mesures et les effets probables</li> </ul>
		2. Analyse des effets	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compiler les données de référence régionales</li> <li>• Évaluer les effets de l'action proposée sur les CVE sélectionnées.</li> <li>• Évaluer les effets de toutes les actions sur les CVE sélectionnées</li> </ul>
		3. Détermination des mesures d'atténuation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recommander des mesures d'atténuation</li> </ul>
		4. Évaluation de l'importance des effets	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluer l'importance des effets résiduels (après atténuation)</li> <li>• Comparer ces résultats aux seuils</li> </ul>
		5. Suivi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recommander une surveillance régionale et une gestion efficace</li> </ul>
Yukon	Prise en considération des effets cumulatifs dans les évaluations de l'OEESY (2019)	1. Déterminer les CV susceptibles d'être touchées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprend les composantes environnementales et socioéconomiques</li> </ul>
		2. Décrire l'état actuel de ces CV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflète généralement les effets cumulatifs de toutes les activités passées et actuelles touchant cette CV</li> <li>• Peut être proche ou au-delà d'un seuil d'importance</li> </ul>

		3. Déterminer l'importance des effets négatifs probables du projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tenir compte de l'ampleur, de la durée, du moment, de la probabilité, de l'étendue spatiale et du contexte dans lequel les effets se produisent</li> <li>• Tenir compte des répercussions probables de l'OEA par rapport à d'autres OEA actuels ou passés dans la région</li> </ul>
Colombie-Britannique	Fish Habitat Assessment Procedures (Johnston et Slaney 1996)	1. Établir des limites géographiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Délimiter le bassin hydrographique d'intérêt <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les grands bassins hydrographiques peuvent être subdivisés selon une taille appropriée pour l'évaluation.</li> <li>○ Les régions côtières ont des précipitations plus importantes, alors on utilise de plus petits bassins hydrographiques, tandis que dans les endroits intérieurs plus secs, on peut utiliser de plus grands bassins hydrographiques.</li> </ul> </li> </ul>
		2. Réunir les données sur le bassin hydrographique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Présence et répartition d'espèces de pêche sportive, d'espèces menacées ou d'espèces d'importance régionale</li> <li>• Tendances historiques de l'abondance et de la répartition des poissons</li> <li>• Tendances historiques de la quantité et de la qualité de l'habitat du poisson</li> <li>• Tendances historiques dans la qualité et la quantité de l'eau</li> </ul>
		3. Déterminer les conditions de l'habitat et évaluer la sensibilité de l'habitat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Types d'habitat (p. ex., fosse, plat, radier, cascade)</li> <li>• Paramètres des cours d'eau (p. ex., gradient, largeur de la zone mouillée moyenne, température de l'eau, qualité de l'eau, turbidité, etc.)</li> <li>• Matériaux dominants du lit</li> <li>• Zone riveraine</li> <li>• Couvert forestier au-dessus du cours d'eau</li> </ul>
		4. Identifier les zones particulièrement préoccupantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les tronçons qui contiennent le seul habitat disponible pour les espèces ou le stade biologique</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les tronçons où la dégradation de l'habitat est connue ou soupçonnée</li> <li>• Les tronçons qui risquent d'être touchés par l'exploitation forestière, en particulier l'apport de sédiments altérés et les gros débris ligneux</li> <li>• Les tronçons présentant des obstacles potentiels aux déplacements normaux entre les habitats. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les obstacles possibles comprennent les ponceaux et les ponts désaffectés, les glissements de terrain ou les glissements de berges, et les embâcles.</li> </ul> </li> </ul>
		5. Proposer des mesures de restauration et d'atténuation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Établir les limites spatiales et l'échéancier des mesures d'atténuation</li> </ul>
É.-U.	EPA – Prise en considération des effets cumulatifs dans un examen par l'EPA des documents sur la NEPA (1999)	1. Déterminer les CVE touchées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La CVE est-elle vulnérable aux changements progressifs?</li> <li>• La mesure proposée est-elle l'une de plusieurs mesures semblables dans la région?</li> <li>• D'autres activités dans la zone ont-elles des effets semblables sur la CVE?</li> <li>• Ces effets ont-ils été historiquement significatifs pour la CVE?</li> </ul>
		2. Établir les limites spatiales et temporelles	<p>Géographiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier une région géographique qui comprend toutes les ressources susceptibles d'être touchées par l'OEA</li> <li>• Au besoin, élargir la zone pour y inclure les mêmes ressources ou d'autres ressources touchées par les impacts combinés de l'OEA et d'autres mesures.</li> </ul> <p>Temporelles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tenir compte des mesures passées, des mesures en vigueur et des mesures prévisibles pour l'avenir</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>Fournit le contexte – si les CVE ont déjà été dégradées, si les activités en cours ont des répercussions, et quelles sont les tendances pour les activités et les répercussions futures</li> </ul>
		3. Décrire l'état naturel/de référence de l'environnement ou de la CVE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si ce n'est pas possible, inclure une description de l'état modifié mais écologiquement durable</li> </ul>
		4. Proposer des mesures d'atténuation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Devrait être réaliste et réalisable sur le plan technique</li> <li>À tout le moins, devrait traiter de la contribution de l'OEA aux effets cumulatifs</li> <li>Idéalement, on devrait aussi tenir compte des effets cumulatifs causés par d'autres mesures.</li> </ul>
		5. Comparer les répercussions potentielles aux seuils	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les seuils doivent être pratiques, scientifiquement défendables et ajustés à l'échelle de l'analyse</li> </ul>
	CEQ – Tenir compte des effets cumulatifs en vertu de la National Environmental Policy Act (1997)	1. Établissement de la portée	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir les effets directs et indirects des mesures proposées</li> <li>Définir les CVE touchées</li> <li>Déterminer quels effets sur les CVE sont importants du point de vue des effets cumulatifs</li> <li>Établir la portée géographique de l'analyse <ul style="list-style-type: none"> <li>Déterminer la zone d'impact du projet</li> <li>Énumérer toutes les ressources de cette zone qui pourraient être touchées</li> <li>Déterminer les zones géographiques occupées par ces ressources à l'extérieur de la zone d'impact du projet.</li> <li>La plus grande partie des éléments précédents devrait généralement être utilisée pour l'analyse.</li> </ul> </li> <li>Établir l'échéancier de l'analyse</li> <li>Déterminer les autres mesures touchant les CVE</li> </ul>

		2. Décrire l'environnement touché	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caractériser les CVE en fonction de leur réaction au changement et de leur capacité à résister aux facteurs de stress</li> <li>• Idéalement, inclure les données</li> <li>• Définir une référence pour les CVE en utilisant les tendances historiques</li> <li>• Caractériser les facteurs de stress touchant les CVE et leur relation avec les seuils réglementaires</li> </ul>
		3. Déterminer les conséquences environnementales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déterminer l'ampleur et l'importance des effets cumulatifs <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Peut inclure la portée géographique, la durée et la fréquence</li> </ul> </li> <li>• Les tableaux, les listes de vérification, les matrices et les cartes superposées/SIG sont utiles</li> <li>• L'importance des impacts se rapporte aux données de référence environnementales et aux seuils de ressources pertinents (p. ex., normes réglementaires)</li> <li>• Le contexte historique entourant la ressource est crucial</li> </ul>
		4. Élaborer des mesures d'atténuation et surveiller l'efficacité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modifier ou ajouter des solutions de rechange pour éviter, réduire au minimum ou atténuer les effets cumulatifs importants</li> <li>• Le programme de surveillance devrait comprendre des indicateurs mesurables et une échelle spatiale et un calendrier appropriés</li> <li>• Permet une gestion adaptative</li> </ul>
	Ministère de l'Agriculture – Recherche et effets cumulatifs sur les bassins hydrographiques (Reid 1993)	1. Déterminer les CV qui pourraient être touchées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déterminer l'échelle géographique</li> </ul>
		2. Déterminer les types d'impact susceptibles d'être préoccupants	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quelles activités d'utilisation des terres sont présentes ou prévues dans la région?</li> <li>• Quels types de changements dans les processus des bassins hydrographiques pourraient découler de ces utilisations des terres?</li> </ul>

		3. Établir une base de référence	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recueillir des données sur les paramètres environnementaux et l'histoire de l'utilisation des terres</li> </ul>
		4. Établir des niveaux d'impact tolérables et établir une surveillance	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliser les niveaux de tolérance publiés, les commentaires du public et les études locales</li> </ul>
Articles de revue (examinés par des pairs)	Stelzenmüller <i>et al.</i> 2018	1. Détermination des risques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déterminer les composantes vulnérables et les pressions de l'écosystème</li> <li>Établir des relations de cause à effet ou des séquences de risques <ul style="list-style-type: none"> <li>Comprend l'ampleur, la portée géographique, la durée et la fréquence de l'effet et sa réversibilité</li> </ul> </li> </ul>
		2. Analyse des risques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déterminer la probabilité des risques (impacts), en tenant compte de la présence et de l'efficacité des mesures d'atténuation</li> <li>Estimer la gravité des impacts par rapport aux objectifs ou aux seuils de gestion</li> <li>Tenir compte de l'incertitude</li> </ul>
		3. Évaluation des risques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Évaluer les impacts en tenant compte de la sensibilité, de la résilience et de la rareté de la composante écosystémique</li> <li>Envisager des options de gestion</li> </ul>
	Roudgarmi 2018	1. Déterminer les impacts probables de l'OEA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifier les CVE susceptibles d'être touchées.</li> <li>Déterminer la portée géographique et l'échéancier des impacts</li> </ul>
		2. Identifier d'autres mesures qui pourraient contribuer aux effets cumulatifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inclure les actions passées, présentes et futures prévisibles à l'intérieur des limites spatiales et temporelles déjà établies</li> </ul>
		3. Réunir les données historiques et établir une base de référence	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire les indicateurs pour les CVE sélectionnées</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réunir de l'information sur l'état historique et actuel des CVE</li> </ul>
		4. Considérer le regroupement des effets	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévion des effets cumulatifs <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Établir un lien entre les répercussions des mesures proposées, d'autres mesures passées, présentes et futures prévisibles et les CVE et leurs indicateurs</li> <li>○ Les outils suggérés comprennent des listes de vérification et des matrices, des questionnaires et des entrevues, des indicateurs et des indices, une analyse spatiale et une analyse des tendances, entre autres.</li> </ul> </li> </ul>
		5. Évaluer l'importance des effets cumulatifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tenir compte des impacts des effets cumulatifs sur chaque CVE sur l'échelle de temps établie</li> <li>• Cette évaluation devrait commencer par les effets des mesures proposées et intégrer les effets d'autres mesures dans la région géographique établie.</li> </ul>
		6. Concevoir des mesures d'atténuation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Élaborer des mesures pour les CVE ou leurs indicateurs pour lesquels il est déterminé que des effets cumulatifs importants sont susceptibles de se produire en raison des impacts négatifs de l'OEA</li> <li>• Tenir compte de l'incertitude en incluant la surveillance</li> <li>• Favoriser la gestion adaptative.</li> </ul>

Figure 1: Tendances temporelles quant aux autorisations émises et aux avis fournis par le PPP

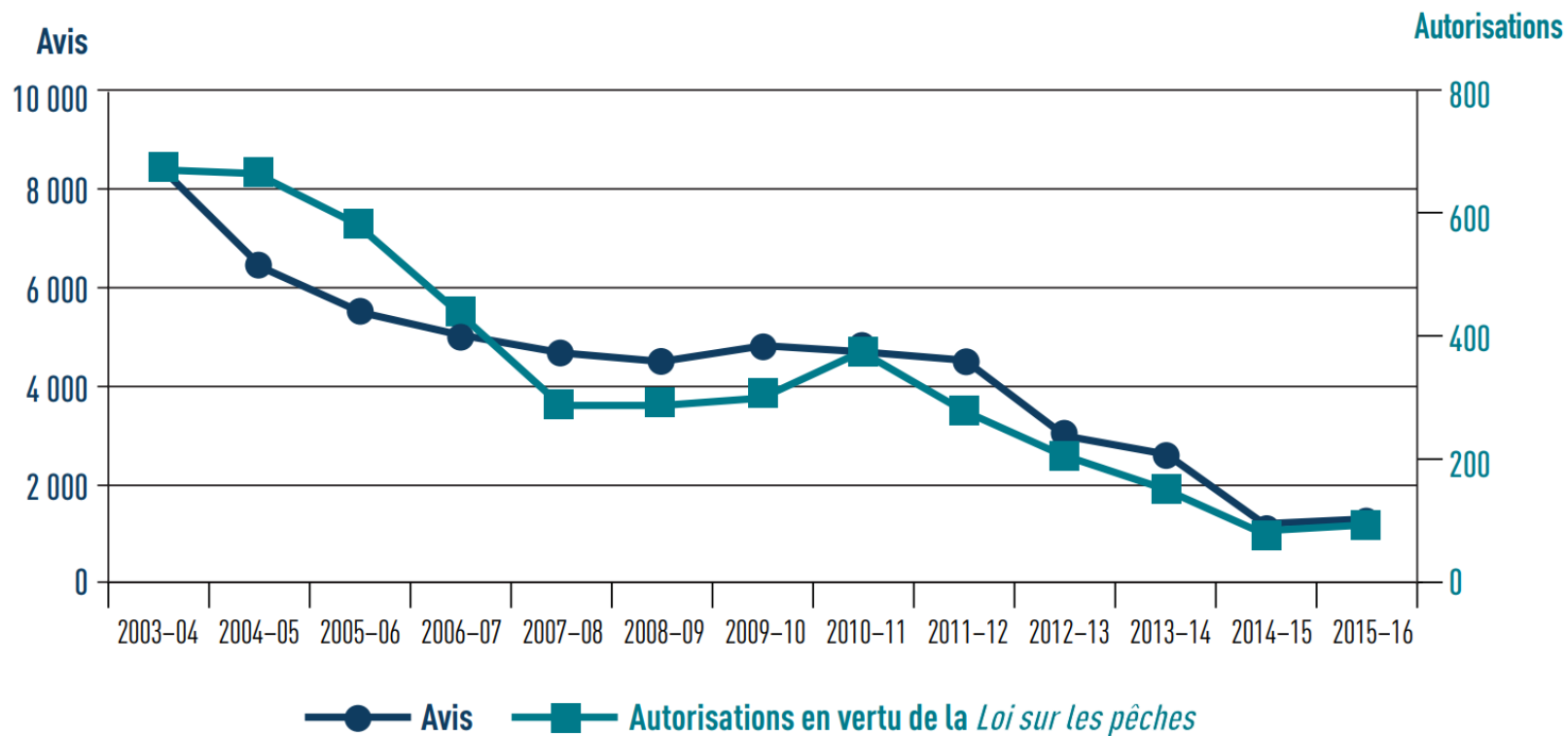


Figure A1. Tendence des autorisations et des lettres d'avis émises par le PPP (ancien PPPH). Tiré de [MPO \(2016\)](#)