



EXAMEN DE LA DOCUMENTATION SCIENTIFIQUE EXISTANTE SUR LA MORTALITÉ DES POISSONS ET SES RÉPERCUSSIONS SUR LA POPULATION À LA CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE MARÉMOTRICE D'ANNAPOLIS, ANNAPOLIS ROYAL (NOUVELLE-ÉCOSSE)

BASSIN D'AMONT

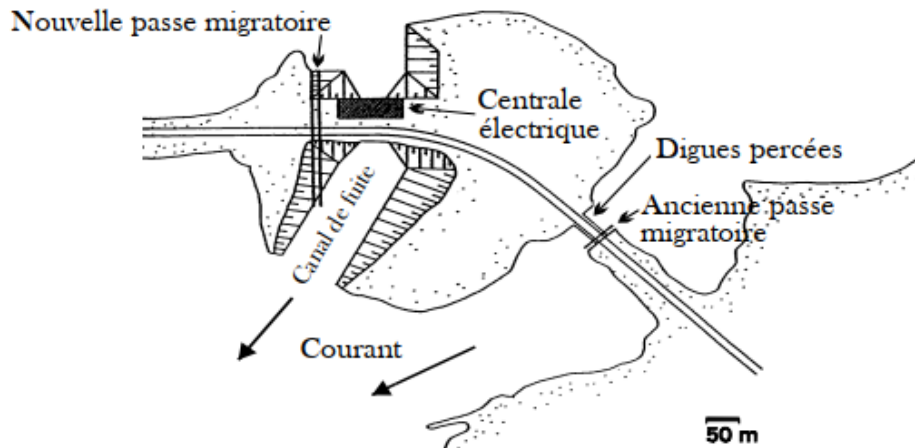


Figure 1. La centrale marémotrice d'Annapolis à Annapolis Royal, en Nouvelle-Écosse (d'après Gibson 1996b, adapté de Ruggles et Stokesbury 1990).

Contexte

La centrale marémotrice d'Annapolis (centrale d'Annapolis) est située dans l'estuaire de la rivière Annapolis, à Annapolis Royal (Nouvelle-Écosse), au Canada. Elle est exploitée depuis 1985. Il s'agit de la première centrale hydroélectrique marémotrice construite en Amérique du Nord.

On sait que l'exploitation de la centrale d'Annapolis cause la mortalité de certains poissons dans l'estuaire de la rivière Annapolis, et il est possible que cela ait des répercussions à l'échelle des populations. La Direction de la gestion des écosystèmes de Pêches et Océans Canada (MPO) a demandé un examen de la documentation scientifique existante sur la centrale d'Annapolis afin de mieux comprendre si son exploitation actuelle est conforme à la Loi sur les pêches et à la Loi sur les espèces en péril. Les objectifs du présent rapport, entrepris pour donner suite à cette demande, sont de fournir une évaluation de l'information publiée sur la communauté de poissons à proximité de la centrale d'Annapolis, le passage et la mortalité des poissons à la centrale d'Annapolis, ainsi que sur les répercussions de cette mortalité sur les populations. L'information contenue dans le présent rapport vise à guider les décisions de réglementation prises en vertu de la Loi sur les pêches et de la Loi sur les espèces en péril.

Le présent avis scientifique découle des réunions des 9 et 10 janvier et 6 mars 2019 sur l'Examen de la documentation scientifique existante afin de déterminer le taux de mortalité des poissons et les incidences potentielles sur les populations de poissons découlant de l'exploitation de la centrale marémotrice d'Annapolis. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

SOMMAIRE

- L'objet de ce processus consultatif était de fournir un sommaire et une évaluation de la documentation scientifique sur la mortalité des poissons à la centrale marémotrice d'Annapolis (centrale d'Annapolis) et les effets de cette mortalité sur les populations.
- La recherche à la centrale d'Annapolis est ancienne. La plus récente étude sur le terrain réalisée à la centrale et relevée au cours de cet examen remonte à 1999. L'évaluation la plus récente de l'évolution des caractéristiques du cycle biologique de l'aloise savoureuse a eu lieu en 1996.
- Une communauté de poissons diversifiée est présente à la centrale d'Annapolis. Au moins quarante espèces ont été capturées dans le cadre d'études menées à la centrale ou à proximité. On ne connaît pas l'abondance de chaque espèce, mais d'après l'échantillonnage effectué dans les années 1990, le nombre de poissons qui franchissent le pont-jetée chaque année devrait se chiffrer en les bas millions. Bon nombre de ces poissons sont de petite taille, y compris des capucettes, ainsi que des jeunes de l'année du hareng atlantique, de l'aloise d'été, du gaspareau et de l'aloise savoureuse.
- Les espèces les plus prioritaires pour déterminer les effets sur la population sont celles qui sont désignées par le COSEPAC comme étant disparues du pays, en voie de disparition, menacées ou préoccupantes, et celles qui soutiennent des pêches commerciales, récréatives et autochtones (CRA) pour lesquelles l'effet prévu sur la population, d'après une évaluation qualitative du risque associé au franchissement de la centrale d'Annapolis, est une diminution de l'abondance supérieure à 10 %.
- Huit espèces de la rivière Annapolis et de l'estuaire ont été désignées comme étant disparues du pays, en voie de disparition, menacées ou préoccupantes par le COSEPAC : l'anguille d'Amérique, le saumon atlantique, l'esturgeon noir, le loup atlantique, la merluche blanche (à Annapolis, le merlu n'était généralement pas identifié au niveau de l'espèce), la lompe, l'aiguillat commun et le bar rayé. Parmi ces espèces, seul le loup atlantique figure sur la liste de la *Loi sur les espèces en péril*, mais les décisions d'inscription d'autres espèces sont en attente.
- Le risque a aussi été évalué comme une diminution de l'abondance >10 % pour d'autres espèces qui soutiennent des pêches CRA : gaspareau, aloise savoureuse, aloise tyran, aloise d'été et éperlan arc-en-ciel.
- Il existe des preuves de la mortalité de poissons à la centrale d'Annapolis, notamment : des rapports anecdotiques de poissons morts (avec des blessures compatibles avec le passage dans la turbine) à proximité de la centrale d'Annapolis, des observations de poissons morts en aval de la turbine et des recherches in situ sur la survie des poissons franchissant la turbine.
- Les poissons se déplaçant vers l'aval de la centrale d'Annapolis peuvent emprunter trois voies de passage : la nouvelle passe migratoire, l'ancienne passe migratoire et le tube de la turbine. Les études sur l'utilisation des passes migratoires se limitent à l'été et à l'automne. Elles ne portent pas sur les poissons plus gros non susceptibles d'être capturés dans des

filets d'un mètre de diamètre. Dans l'ensemble, à l'exception de la capucette, les études indiquent que la majorité des poissons passent par la turbine.

- Trois études fournissent des estimations du taux de mortalité des poissons qui passent par la turbine. Toutes se limitent à quantifier la mortalité survenant pendant ou peu de temps après le passage du poisson.
- Pour interpréter les estimations du taux de mortalité provoqué par la turbine, il est important de se rappeler qu'il ne détermine pas à lui seul l'effet sur la population. Premièrement, si une partie de la population franchit le pont-jetée par les passes migratoires, la survie globale sera supérieure à ce que laisse supposer le taux de mortalité provoqué par la turbine. Deuxièmement, si les poissons franchissent plus d'une fois le pont-jetée dans les deux sens, ils peuvent traverser la turbine plus d'une fois, ce qui réduit la survie globale.
- Bon nombre des biais associés aux études sur le taux de mortalité provoqué par la turbine mènent à des estimations pour un seul passage qui sont faussées à la hausse (c.-à-d. que les taux de mortalité provoqués par la turbine sont surestimés).
- Une étude sur l'aloise savoureuse adulte réalisée en 1986 a conclu que 21,3 % (intervalle de confiance à 90 % +/- 15,2 %) de ces poissons franchissant la turbine meurent à la suite du passage.
- Une étude effectuée en 1999 pour mettre à l'essai une nouvelle méthode d'estimation des taux de mortalité provoqués par la turbine a donné des estimations pour 12 espèces de poissons. Ces estimations variaient de 0,0 % pour la lamproie marine à 23,4 % (intervalle de confiance à 95 % : 6,1 % à 58,8 %) pour les jeunes de l'année de l'aloise savoureuse. Ces estimations peuvent être biaisées parce qu'elles ne tiennent pas pleinement compte de la mortalité due à la capture et à la manipulation.
- Les systèmes de déviation du poisson, destinés à dissuader les poissons de passer à travers la turbine, peuvent être physiques ou comportementaux. Les barrières physiques ont été jugées peu pratiques à la centrale d'Annapolis en raison de sa grande taille, des débris et de la petite taille de la plupart des poissons.
- Des systèmes de guidage comportemental ont été testés à la centrale d'Annapolis et se sont révélés prometteurs pour les jeunes de l'année de l'aloise savoureuse, du gaspareau et de l'aloise d'été. Un raffinement plus poussé du système en améliorerait probablement l'efficacité pour ces espèces. On ne sait pas s'il est possible de mettre au point un système de guidage comportemental qui serait efficace pour toutes les espèces à la centrale d'Annapolis, mais c'est peu probable.
- La population d'aloise savoureuse de la rivière Annapolis est la seule population pour laquelle on dispose d'une comparaison de ses caractéristiques biologiques avant et après la mise en service de la centrale d'Annapolis.
- La comparaison des caractéristiques de la montaison d'aloise savoureuse avant et après la mise en service de la turbine indique une diminution de la taille moyenne, de l'âge moyen, de l'âge maximal observé, de l'âge à maturité et du pourcentage de reproducteurs multifrai, et une augmentation globale du taux de mortalité totale. Le sens de ces changements est conforme à l'augmentation de la mortalité à la centrale d'Annapolis. Toutefois, les changements ne peuvent être entièrement attribués à la turbine sans information sur l'utilisation des passes migratoires, le nombre prévu de passages dans la turbine chaque année et la connaissance d'autres changements susceptibles d'influencer la survie au cours des 15 années pendant lesquelles ces évaluations ont eu lieu.

- Des études génétiques et de marquage ont montré que le bar rayé migre dans les zones côtières et se nourrit dans des estuaires autres que celui de sa rivière natale. L'assemblage de bars rayés dans l'estuaire de la rivière Annapolis, du moins historiquement, était composé de poissons provenant de plus d'une population, dont l'abondance relative a probablement changé avec le temps et n'est pas connue. Ce fait, ainsi que le manque d'information sur les taux de mortalité du bar rayé qui franchit le pont-jetée, empêche d'évaluer l'effet de la centrale d'Annapolis sur la population de bar rayé de la rivière Annapolis.
- Il y a peu de preuves de la présence actuelle d'une population d'esturgeon noir indigène de la rivière Annapolis, mais son statut n'est pas connu avec certitude. Si les esturgeons présents à la centrale d'Annapolis proviennent d'autres populations, l'effet sur ces populations est probablement assez faible. Cependant, s'il existe une population indigène dans la rivière Annapolis, les effets de la mortalité provoquée par la turbine sur celle-ci seraient élevés.
- Les données manquantes pour estimer les répercussions sur la population de la centrale d'Annapolis pour la majorité des espèces comprennent : la proportion des populations susceptible d'arriver à la turbine; les taux d'utilisation des passes migratoires et de survie; la survie des poissons, à tous les stades biologiques, qui franchissent la turbine; le nombre prévu de passages dans la turbine; et les taux de mortalité d'origine anthropique.
- Le développement de taux de mortalité de référence associés au franchissement de la centrale d'Annapolis permettrait de vérifier que les taux de mortalité sont conformes au Cadre pour la pêche durable du MPO et pourrait guider les décisions réglementaires prises en vertu de la *Loi sur les pêches* et de la *Loi sur les espèces en péril*. Il faciliterait également les décisions concernant les recherches futures.
- Les méthodes d'étude du comportement et de la survie des poissons se sont considérablement améliorées depuis celles qui ont été entreprises à la centrale d'Annapolis. Pour les espèces et les stades biologiques suffisamment grands pour porter des étiquettes acoustiques, les progrès réalisés grâce à cette technologie permettent de combler bon nombre des lacunes dans les données. Pour les espèces et les stades biologiques qui sont trop petits pour porter des étiquettes acoustiques, des recherches visant à mieux comprendre et à améliorer les méthodes de capture et de manipulation, ainsi que l'efficacité de la capture, permettraient de mieux comprendre les effets de la centrale d'Annapolis.
- Le présent document porte sur la mortalité provoquée par la turbine à la centrale d'Annapolis et son effet sur les populations. Bien que le thème soit orienté sur les effets de la mortalité directe, il ne traite pas entièrement des répercussions de cette centrale sur les populations de poissons, car il y a aussi un potentiel d'effets indirects. Des sujets tels que les changements dans la quantité et la qualité de l'habitat, la disponibilité des proies ou le transport des sédiments, qui peuvent influencer sur la productivité des pêches de myes dans le bassin d'Annapolis, ne sont pas abordés ici. Ces questions méritent un examen plus approfondi.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

L'estuaire de la rivière Annapolis abrite la première centrale hydroélectrique marémotrice du Canada, située à Annapolis Royal (Nouvelle-Écosse). Plusieurs études scientifiques ont été entreprises pour fournir de l'information sur les répercussions de la centrale d'Annapolis sur les poissons, y compris des études sur l'utilisation des passes migratoires, sur la mortalité des poissons et sur l'évolution des caractéristiques biologiques des poissons qui utilisent cet

estuaire. L'objet de ce processus consultatif était de fournir un sommaire et une évaluation de cette information pour guider les décisions réglementaires prises en vertu des dispositions de la *Loi sur les pêches du Canada*, ainsi que les interdictions prévues à la *Loi sur les espèces en péril* du Canada. Ce processus était axé sur la mortalité des poissons associée au franchissement de la centrale d'Annapolis et ses effets directs sur la population touchée. Les effets indirects tels que les changements dans la qualité et la distribution de l'habitat ou l'abondance des proies résultant de la construction et de l'exploitation de la centrale ou de la construction du pont-jetée, ne sont pas visés par le présent examen.

Plus précisément, les huit mandats suivants ont été abordés dans le cadre de cet examen :

1. Fournir une description de la centrale marémotrice d'Annapolis Royal, en indiquant sa taille et sa capacité, son fonctionnement, ses installations relatives au passage du poisson, c'est-à-dire suffisamment de renseignements de base pour réaliser l'analyse documentaire.
2. Fournir une description de l'effort de recherche afin de cibler la documentation pertinente. Fournir une liste de publications et indiquer celles qui n'ont pas été incluses dans l'examen.
3. Décrire la communauté de poissons dans les environs de la centrale marémotrice. Dans la mesure où ces renseignements sont connus, inclure de l'information sur son abondance, son cycle biologique, ses stades biologiques à proximité de la centrale marémotrice, sa vulnérabilité à la mortalité causée par la turbine, sa résilience à l'augmentation du taux de mortalité, si les poissons sont migrateurs, résidents ou itinérants, les mois où les poissons se trouvent à proximité de la centrale marémotrice, si la rivière Annapolis et son estuaire abritent une population de ces espèces, leur statut et si ces espèces sont directement ou indirectement concernées par les pêches commerciale, récréative ou autochtone.
4. Fournir un résumé et un examen critique de la documentation scientifique sur l'utilisation des passages du poisson pour les espèces définies dans le cadre de référence 3.
5. Fournir un résumé et un examen critique de la documentation scientifique relative aux études sur la mortalité du poisson menées à la centrale marémotrice. Mentionner d'autres preuves de mortalité, le cas échéant. Inclure les taux de mortalité précis s'ils sont disponibles. Décrire si les études caractérisent de façon exhaustive les taux de mortalité annuels de la population (p. ex. la mortalité immédiate par rapport à la mortalité retardée; incidence des passes multiples, etc.).
6. Fournir un résumé de la documentation scientifique portant sur les changements relatifs à la population (tels que les changements d'effectif ou de structure de la population) qui se sont produits au moment de la construction et de l'exploitation de la centrale marémotrice. Dans la mesure du possible, déterminer s'ils conforment avec les taux de mortalité indiqués dans le cadre de référence 5.
7. Fournir un résumé et un examen critique des études sur la déviation du poisson menées à la centrale marémotrice d'Annapolis Royal. Inclure des estimations de leur efficacité pour les espèces décrites dans le cadre de référence 3.
8. Pour les espèces principales déterminées dans le cadre de référence 3, fournir des recommandations aux fins de recherches supplémentaires afin de combler toutes les lacunes en matière d'information cernées dans les cadre de références précédents.

Les produits de ce processus consultatif consistent en un rapport technique (Gibson *et al.* 2019), qui comprend une évaluation critique de la documentation existante et le présent avis scientifique, qui fournit un résumé du rapport technique et des conclusions de la réunion d'examen par les pairs.

ANALYSE

Cadre de Référence¹ : Description de la centrale marémotrice d'Annapolis.

Description de l'installation

La centrale marémotrice d'Annapolis est située dans l'estuaire de la rivière Annapolis, à Annapolis Royal (Nouvelle-Écosse). Au début des années 1960, un barrage a été construit entre Granville Ferry et Annapolis Royal comme ouvrage de régulation des eaux pour permettre l'utilisation agricole des marais en amont de la rivière sans risque d'inondation par les marées. Cette construction a transformé l'estuaire en amont du pont-jetée qui, d'un estuaire aux eaux bien mélangées avec une amplitude de la marée d'environ 10 m (semblable à celle de nombreux autres de la baie de Fundy), est devenu un coin salé hautement stratifié où l'amplitude de la marée est d'environ 0,5 m. La centrale d'Annapolis a été construite au pont-jetée et est en service depuis 1985. La centrale d'Annapolis a été conçue comme prototype pour mettre à l'essai la turbine STRAFLO™ en prévision d'un projet de développement hydroélectrique à grande échelle dans la partie supérieure de la baie de Fundy. Son exploitation a accru l'amplitude de la marée en amont du pont-jetée jusqu'à environ 1 à 1,5 m.

La centrale possède une turbine à hélice à faible hauteur de chute qui ne se met en marche que lorsque l'eau s'écoule vers la mer (hauteur de chute normale : 1,4 - 6,8 m). Elle a une roue d'un diamètre de 7,6 m et tourne à une vitesse nominale de 50 tr/min. La puissance à une hauteur de chute de 5,5 m a été modélisée pour être de 17,8 MW, avec un débit correspondant de 378 m³/s. La turbine n'a pas fonctionné de façon continue depuis 1985. Elle a été périodiquement mise hors service pendant de longues périodes pour l'entretien ou pour d'autres raisons (p. ex. lorsqu'une baleine était présente dans le bassin d'amont).

Description des passes migratoires

Deux passes migratoires ont été construites pour augmenter le passage des poissons à la centrale d'Annapolis. L'ancienne passe migratoire a été construite en même temps que le barrage initial au début des années 1960 et est essentiellement une vanne de quatre mètres de large, qui reste ouverte tout au long du cycle des marées. Elle est située à côté des vannes utilisées pour remplir le bassin d'amont à environ 300 m du bief d'amont de la turbine (figure 1). La nouvelle passe migratoire, qui a été construite en même temps que la centrale, s'étend entre le bief d'amont de la turbine et le canal de fuite. Elle a une largeur de 3 m et est située à environ 12 m de la prise d'eau de la turbine. Il s'agit d'un ponceau carré non éclairé qui passe sous la route. La profondeur de l'eau dans les deux passes migratoires varie entre 1,5 m et 2,5 m selon le stade de la marée. Les débits traversant les deux passes migratoires varient selon le stade de la marée et ont été rapportés à 42,7 m³/s et 10,1 m³/s pour l'ancienne passe migratoire et la nouvelle, respectivement, pour une hauteur de chute de 0,3 m.

Selon le stade de la marée, l'eau peut traverser les passes migratoires dans l'un ou l'autre sens, permettant aux poissons de se diriger vers l'intérieur des terres et vers la mer. Cependant, la majorité des poissons qui se déplacent vers l'intérieur des terres passent probablement par les vannes lorsqu'elles sont ouvertes pour remplir le bassin d'amont.

Fonctionnement

La centrale d'Annapolis utilise la différence de niveau d'eau entre le bassin d'amont et l'estuaire en aval pour produire de l'électricité. Ce différentiel de hauteur est créé par la différence entre l'amplitude de la marée en amont et en aval du pont-jetée, qui est contrôlée au niveau du pont-jetée. Pendant la plupart des cycles de marée, le bassin d'amont est rempli principalement par les trois vannes situées juste au sud de la centrale (figure 1), bien que l'eau coule également vers l'intérieur des terres à travers la nouvelle passe migratoire pendant le remplissage. Les vannes sont fermées lorsque le niveau d'eau souhaité dans le bassin d'amont est atteint.

À marée descendante, une fois que le niveau d'eau en aval de la turbine descend sous celui du bassin d'amont, l'eau commence à s'écouler vers la mer, au début uniquement par les deux passes migratoires. La production commence dès que le niveau d'eau en aval du pont-jetée descend à environ 1,5 m sous celui du bassin d'amont, et se poursuit pendant les marées montantes et descendantes jusqu'à ce que le différentiel soit à nouveau inférieur à 1,5 m. L'eau continue de couler vers la mer par les deux passes à poissons jusqu'à ce que le niveau d'eau en aval du pont-jetée atteigne celui du bassin d'amont. C'est à ce moment que les vannes s'ouvrent pour remplir le bassin d'amont pour le prochain cycle de production. Au cours d'un cycle de marée typique, la centrale produit pendant environ 5,5 heures.

Cadre de Référence 2 : Effort de recherche

La recherche entreprise dans le cadre de cet examen comportait deux volets. Premièrement, on a déterminé des études sur la mortalité provoquée par la turbine, l'utilisation des passes migratoires, la déviation des poissons ou les effets au niveau de la population à la centrale d'Annapolis. En incluant un examen précédent, 24 documents ont été relevés lors de la recherche de documents directement liés à ces thèmes, bien que les résultats de ces études soient également résumés dans d'autres documents. Ils ont été regroupés en 12 études aux fins du présent examen (tableau 1). La majorité des documents ont été fournis par deux chercheurs qui ont étudié le passage du poisson à la centrale d'Annapolis. Ces documents comprennent de la documentation primaire, des rapports techniques et de terrain et des thèses d'étudiants diplômés. D'autres recherches ont été effectuées à la [bibliothèque de Pêches et Océans Canada](#) et à l'aide de [Google Scholar](#) afin de vérifier qu'aucune étude n'était négligée. Les principaux termes de recherche étaient « Annapolis Royal OR Annapolis River », avec des recherches supplémentaires effectuées à l'aide de « Fish* », « passage », « mortality* », « population* » et « diversion » ou « deterrent » pour se limiter à des articles précis.

La deuxième partie de l'effort de recherche concerne le cadre de référence 3. Après avoir dressé une liste des espèces à partir de l'information obtenue dans le cadre du premier volet, on a compilé des renseignements sur le cycle biologique, la résilience, la structure des populations et la situation de chaque espèce. Les sources d'information étaient la documentation primaire, des livres, des thèses de recherche, des documents du SCCS, des rapports de la NOAA, des rapports du COSEPAC et des bases de données en ligne (p. ex. FISHBASE). Les études sur les poissons de la rivière Annapolis et de l'estuaire qui ne portent pas précisément sur la survie des poissons à la centrale d'Annapolis ont été incluses au besoin pour évaluer les effets de la mortalité à cet endroit.

Tableau 1. Recherche sur le passage du poisson, la mortalité, l'effet sur la population et la déviation des poissons à la centrale marémotrice d'Annapolis (O=Oui; N=Non). *Alosa* spp. comprennent le gaspareau, l'alose d'été et l'alose savoureuse.

Numéro de l'étude	Année	Description de l'étude	Étude sur le terrain	Espèces d'intérêt	Cadre de référence 4 Utilisation des passes migratoires	Cadre de référence 5 Mortalité des poissons	Cadre de référence 6 Répercussions sur la population	Cadre de référence 7 Déviation des poissons	Publications/rapports
1.	1981 1982	Évaluation de l'alose savoureuse avant l'exploitation	O	Alose savoureuse	N	N	O	N	Melvin <i>et al.</i> 1985
2.	1985 1986	Mortalité provoquée par la turbine et passage du poisson	O	Famille du hareng, y compris <i>Alosa</i> spp.	O	O	N	N	Stokesbury 1985, 1986, 1987; Stokesbury et Dadswell 1989; Stokesbury et Dadswell 1991.
3.	1985 1986	Observations des plongeurs en scaphandre et autres	O	Non propre à une espèce	N	O	N	N	Hogans et Melvin 1985; Hogans 1987; Dadswell et Rulifson 1994
4.	1985 1986	Mortalité de l'alose savoureuse provoquée par la turbine	O	Alose savoureuse	N	O	N	N	Hogans et Melvin 1985; Hogans 1987
5.	1988 1989	Déviation des poissons	O	<i>Alosa</i> spp.	N	N	N	O	McKinley et Patrick 1988; McKinley et Kowalyk 1989
6.	1989	Étude sur les juvéniles d' <i>Alosa</i>	O	<i>Alosa</i> spp.	O	N	N	O	Ruggles et Stokesbury 1990
7.	1989 1990	Évaluation de l'alose après le début de l'exploitation	O	Alose savoureuse	N	N	O	N	Dadswell et Themelis 1990a, 1990b
8.	1991	Examen des études sur la mortalité du poisson à Annapolis	N	<i>Alosa</i> spp.	O	O	O	O	BEAK Consultants 1991
9.	1993 1994	Étude sur les juvéniles d' <i>Alosa</i>	O	<i>Alosa</i> spp.	O	N	N	N	Gibson et Daborn 1993, 1995b; Gibson 1996b
10.	1995 1996	Évaluation de l'alose	O	Alose savoureuse	N	N	O	N	Gibson et Daborn 1995a, Gibson 1996a
11.	1999	Déviation et mortalité du poisson	O	<i>Alosa</i> spp. Autres	O	O	N	O	Gibson et Myers 2000, 2002a, 2002b
12.	2018	Effets au niveau de la population	N	Alose savoureuse, bar rayé, esturgeon noir	N	N	O	N	Dadswell <i>et al.</i> 2018

Cadre de Référence 3 : Décrire la communauté de poissons dans les environs de la centrale marémotrice

Poisson

La rivière Annapolis et son estuaire abritent une variété de poissons marins, diadromes et d'eau douce. Cette étude a permis d'identifier quarante espèces présentes aux environs de la centrale d'Annapolis (Gibson *et al.* 2019). Cette liste n'est pas exhaustive : d'autres espèces peuvent être présentes de façon intermittente ou en faible abondance, ou ont été omises en raison de la sélectivité de l'engin d'échantillonnage ou du moment, de l'emplacement et de l'effort de l'échantillonnage.

Un résumé de la répartition, des pêches, du cycle biologique, des caractéristiques biologiques ainsi que des renseignements disponibles sur la mortalité et le franchissement de la centrale d'Annapolis est fourni dans Gibson *et al.* (2019). Cette information a permis de réaliser, dans le cadre de cet examen, une évaluation qualitative de l'effet prévu de la centrale d'Annapolis sur les populations de poissons. Cette évaluation a été entreprise au niveau d'une population fermée. Une population d'une espèce en particulier est considérée comme fermée si des facteurs intrinsèques tels que la croissance, le taux de reproduction, la capacité de charge, la mortalité naturelle et la mortalité causée par les activités humaines sont les facteurs déterminants de la dynamique de la population, alors que les facteurs extrinsèques tels que l'immigration et l'émigration sont minimes et peuvent être ignorés. Cette définition correspond étroitement aux objectifs de l'évaluation, qui consistent à déterminer si les taux de mortalité et les abondances se situent dans des limites appropriées. Selon cette définition, plus d'une population d'une espèce donnée peut être présente à proximité d'une activité ou d'un projet. Le bar rayé en est un exemple : historiquement, des individus d'une population indigène et de populations indigènes d'autres rivières étaient présents dans les environs de la centrale d'Annapolis.


Les répercussions de la centrale d'Annapolis sur la population ont été catégorisées à l'aide des définitions énoncées dans les lignes directrices du MPO sur l'évaluation des menaces, des risques écologiques et des répercussions écologiques pour les espèces en péril (MPO 2014). Les effets potentiels sur la population sont classés comme « extrêmes », « élevés », « moyens », « faibles » ou « inconnus » (tableau 2) en fonction de l'effet que la mortalité due au passage du poisson dans la centrale d'Annapolis pourrait avoir sur la taille de la population dans son ensemble. L'incertitude relative à l'incidence sur la population est classée sur une échelle de cinq points allant de « très faible » à « très élevée », en fonction des informations disponibles sur la structure de la population, le cycle biologique et les taux de mortalité provoquée par la turbine (tableau 3). Une incertitude « très faible » correspond à une population bien définie avec des preuves solides des effets de la mortalité, et une incertitude « très élevée » à une espèce sur laquelle on dispose de peu ou pas d'information sur la structure de la population, le cycle biologique ou les taux de mortalité provoquée par la turbine.

Tableau 2. Catégories pour l'effet sur la population de la mortalité provoquée par la turbine à la centrale marémotrice d'Annapolis. Modifié de MPO (2014).

Niveau d'effet	Définition
Extrême	Déclin sévère de la population (p. ex. 71 à 100 %) et possibilité de disparition.
Élevé	Perte de population substantielle (de 31 à 70 %)

Niveau d'effet	Définition
Moyen	Perte modérée de population (de 11 à 30 %)
Faible	Peu de changements dans la population (de 1 % à 10 %)
Inconnu	Aucune connaissance, documentation ou donnée antérieure pour orienter l'évaluation de la gravité de la menace pour la population.

Tableau 3. Catégories pour l'incertitude de l'effet sur la population de la mortalité provoquée par la turbine à la centrale marémotrice d'Annapolis.

Incertitude	Définition
Très élevée	Peu ou pas d'information sur la structure de la population, le cycle biologique ou les taux de mortalité provoquée par la turbine.
Élevée	 Plus grande quantité d'information, certitude et fiabilité des données relatives à la structure de la population, au cycle biologique et aux taux de mortalité provoquée par la turbine.
Modérée	
Faible	
Très faible	Une population bien définie avec des preuves solides des effets de la mortalité

En plus du taux de mortalité des poissons qui franchissent la turbine, plusieurs autres facteurs contribuent à l'incidence sur une population, notamment : la résilience de la population à l'augmentation des taux de mortalité; la proportion de la population se trouvant à proximité de la turbine; le nombre de fois où les individus franchissent le pont-jetée; la proportion de la population qui utilise les passes migratoires; le moment où la mortalité est liée aux événements du cycle vital tels la croissance, la maturité et la reproduction et les processus liés à la densité de population; et les taux de mortalité due à d'autres activités humaines. L'information disponible sur ces facteurs, ainsi que l'incertitude des données pour chaque facteur, contribuent à la catégorisation de l'effet au niveau de la population et de l'incertitude correspondante.

Le niveau d'effet et d'incertitude pour chacune des 40 espèces de poissons identifiées dans cet examen est résumé sur la figure 2. D'autres détails sur l'évaluation qualitative des risques, y compris les justifications de l'attribution du niveau d'effet et d'incertitude pour chaque espèce, sont disponibles dans Gibson *et al.* (2019). Pour bon nombre des populations présentes autour de la centrale d'Annapolis, l'effet sur la population est « faible » parce que la population a une vaste répartition géographique et que seule une petite partie de la population franchit la centrale. Pour plusieurs espèces, l'effet potentiel sur la population est classé comme « faible », mais avec une incertitude « élevée » ou « très élevée ». Pour la majorité des populations classées dans ces catégories, la principale source d'incertitude est la structure de la population et la question de savoir si une partie significative de la population sera exposée à la turbine.

Les résultats de l'évaluation d'impact ont servi à identifier les espèces les plus prioritaires pour l'étude des répercussions de la mortalité provoquée par la turbine. Ces espèces sont celles pour lesquelles une évaluation du COSEPAC a mené à la désignation d'espèce disparue du pays, en voie de disparition, menacée ou préoccupante, celles qui figurent sur la liste de la LEP comme espèce disparue du pays, menacée ou en voie de disparition, et celles qui soutiennent

des pêches commerciales, récréatives ou autochtones pour lesquelles l'effet prévu sur les populations est considéré comme supérieur à « faible ». Treize espèces répondent à l'un de ces critères. Les espèces désignées par le COSEPAC sont les suivantes : anguille d'Amérique, saumon atlantique (unité désignable des hautes terres du sud), esturgeon noir (unité désignable des Maritimes), loup atlantique, merluche blanche (unité désignable de l'Atlantique et du nord du golfe du Saint-Laurent), lompe, aiguillat commun (unité désignable de l'Atlantique) et bar rayé (unité désignable de la baie de Fundy). Parmi elles, le loup atlantique est la seule espèce inscrite en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*; les décisions d'inscrire ou non d'autres espèces sont en attente. Les espèces qui soutiennent des pêches et dont l'effet prévu est supérieur à « faible » sont les suivantes : gaspareau, alose savoureuse, alose tyran, alose d'été et éperlan arc-en-ciel. Les espèces dont l'incertitude est « élevée » ou « très élevée » sont au deuxième rang des priorités de recherche.

		Incertitude				
		Très faible	Faible	Modérée	Élevée	Très élevée
Niveau d'effet	Extrême				<ul style="list-style-type: none"> • Bar rayé (Annapolis) • Saumon atlantique 	
	Élevé				<ul style="list-style-type: none"> • Esturgeon noir (Annapolis) 	
	Moyen			<ul style="list-style-type: none"> • Alose savoureuse • Gaspereau • Alose d'été 	<ul style="list-style-type: none"> • Éperlan arc-en-ciel 	<ul style="list-style-type: none"> • Alose tyran
	Faible	<ul style="list-style-type: none"> • Tassergal • Dactyloptère • Demi-bec de Meek 	<ul style="list-style-type: none"> • Maquereau • Loup atlantique • Goberge • Plie • Plie lisse • Aiguillat commun • Perche blanche 	<ul style="list-style-type: none"> • Anguille d'Amérique • Lançon d'Amérique • Hareng atlantique • Capucette • Épinoche tachetée • Stromaté • Tanche-tautogue • Épinoche à quatre épines • Merluche • Chaboisseau à dix-huit épines • Lompe • Lamproie marine • Hémitriptère atlantique • Bar rayé (Shubenacadie) • Bar rayé (autre) • Épinoche à trois épines • Turbot de sable • Plie rouge • Terrassier • Choquemort 	<ul style="list-style-type: none"> • Esturgeon noir (Saint Jean) • Motelle à quatre barbillons • Épinoche à neuf épines • Syngnathe brun • Sigouine de roche 	<ul style="list-style-type: none"> • Poulamon

Figure 2. Matrice des espèces pour l'effet prévu sur la population et l'incertitude pour 40 espèces qui sont exposées à la centrale d'Annapolis. Puisque les poissons de plus d'une population de la même espèce peuvent être exposés à la turbine, le bar rayé est évalué pour trois groupes : une population indigène de la rivière Annapolis, la population de la rivière Shubenacadie et d'autres populations (p. ex. d'origine américaine ou canadienne) et l'esturgeon noir pour deux populations : une possible population indigène et la population du fleuve Saint-Jean.

Mammifères marins et tortues de mer

Deux signalements de baleines dans les environs de la centrale d'Annapolis ont été relevés au cours de cet examen. Un rorqual à bosse a été piégé dans la rivière Annapolis en amont de la centrale en 2004, mais on présume qu'il avait réussi à franchir le pont-jetée d'Annapolis et était retourné dans le bassin d'Annapolis. Le seul événement de mortalité de baleine à la centrale d'Annapolis concerne un rorqual à bosse immature (peut-être un petit rorqual) découvert près de la limite de la marée à Bridgetown en 2007, pendant le dégel du printemps. Les deux occurrences de baleines à la centrale d'Annapolis semblent être des cas isolés, et les répercussions sur la population sont « faibles » avec une incertitude « faible ».

Des phoques sont souvent présents à la centrale d'Annapolis et semblent se déplacer librement entre le canal de fuite et le bassin d'amont en empruntant les vannes. Aucun compte rendu documenté de mortalité de phoques due à la centrale d'Annapolis n'a été trouvé au cours de cet examen. Tous les phoques observés n'ont pas été identifiés par espèce. Toutefois, la structure de la population et l'importance de la population des quatre espèces pouvant être présentes dans la baie de Fundy indiquent que les phoques observés à la centrale d'Annapolis ne représenteraient qu'une petite partie de la population, quelle que soit l'espèce.

Le présent examen n'a pas permis de trouver de document consignait la présence de tortues de mer près de la centrale d'Annapolis.

Cadre de Référence 4 : Études sur l'utilisation des passes migratoires

Tel que décrit dans le cadre de référence 1, les poissons ont trois options pour se déplacer vers l'aval à la centrale d'Annapolis : l'ancienne passe migratoire, la nouvelle passe migratoire ou la turbine. Les déplacements vers l'amont se font presque entièrement par les vannes pendant le remplissage du bassin d'amont. Lors de la migration vers l'aval, la proportion d'individus empruntant chaque route est un facteur déterminant important de l'incidence de la centrale sur la population. Jusqu'à présent, quatre études ont fourni de l'information sur les déplacements vers l'aval (utilisation de la passe migratoire ou de la turbine) des espèces d'*Alosa*, dont trois contiennent de l'information sur d'autres espèces. Il s'agit des études sur les *Alosa* en 1985 et 1986, de l'étude sur les juvéniles d'*Alosa* en 1989, des études sur la migration des juvéniles d'*Alosa* en 1993 et 1994 et des études sur la déviation des poissons en 1999 (voir le tableau 1).

Des études sur l'utilisation des passes migratoires ont permis de rapporter les prises relatives de poissons dans des filets à ichtyoplancton dans les trois voies possibles pour franchir le pont-jetée d'Annapolis, ce qui indique qu'à l'exception de la capucette, la majorité des individus franchissent la turbine pour se diriger vers l'aval. Les proportions capturées à chacun des trois endroits ne sont pas directement indicatives de la proportion de poissons qui utilise chaque voie de passage parce que les filets capturent une proportion différente des poissons qui empruntent chaque voie. Cette efficacité de capture n'a été bien déterminée dans aucune des études.

Les proportions des prises totales provenant des passes migratoires par rapport au canal de fuite variaient d'une étude à l'autre, peut-être en raison des différences dans l'efficacité des filets utilisés ou entre les années. Par exemple, durant la surveillance effectuée en 1985 et 1986, 2 % des prises de jeunes de l'année d'aloise savoureuse, de gaspareau et d'aloise d'été provenaient des deux passes migratoires, et 98 % des prises de ces espèces provenaient du canal de fuite. Toutefois, lors de la surveillance réalisée au moyen d'un filet modifié en 1993, 28 % des prises de ces espèces ont été capturées dans les deux passes migratoires et 72 % dans le canal de fuite, une différence importante. Ces études montrent également que l'utilisation des passes migratoires est très variable d'une espèce à l'autre.

En ce qui concerne l'estimation de la proportion de poissons se déplaçant vers l'aval par les passes migratoires, les études fournissent des renseignements grossiers qu'il est préférable d'interpréter de façon qualitative pour au moins deux raisons. Premièrement, l'efficacité de la capture devrait varier d'une espèce et d'un endroit à l'autre, et les résultats d'une espèce ne devraient pas être comparés à ceux d'autres espèces pour cette raison. Deuxièmement, les proportions de poissons capturés dans le canal de fuite et dans deux passes migratoires qui ont été indiquées dans certaines de ces études ne sont pas corrigées en fonction du nombre de cycles de production échantillonnés à chaque endroit. En l'absence de plus amples renseignements sur l'efficacité et la couverture des captures, la proportion réelle d'individus qui choisissent chaque route n'est pas claire. Toutefois, étant donné la grande taille de la section transversale du canal de fuite par rapport à celle des passes migratoires, ces études montrent que la grande majorité des individus se déplacent vers l'aval en traversant la turbine.

Les études sur l'utilisation des passes migratoires fournissent des renseignements approximatifs sur le nombre de poissons qui franchissent la turbine. Pendant l'étude de 1999, l'efficacité de capture de deux filets utilisés dans le canal de fuite a été estimée à un poisson sur 335 qui passe dans la turbine. Durant l'étude de 1994, un peu plus de 3 600 poissons ont été capturés dans le canal de fuite en utilisant les mêmes méthodes de pêche. Ces résultats indiquent que plus de 1,2 million de poissons auraient traversé la turbine pendant les 70 cycles de marée qui ont été surveillés en 1994 entre la fin juillet et la mi-novembre. De même, en 1999, on pense qu'environ 1 million de poissons ont traversé la turbine au cours des 48 cycles de marée surveillés entre le début septembre et la fin octobre (environ la moitié des cycles de marée de la période d'étude). Ces estimations ne tiennent pas compte des poissons plus gros qui n'étaient pas susceptibles d'être capturés dans les filets d'un mètre de diamètre.

Cadre de Référence 5 : Études sur la mortalité du poisson menées à la centrale marémotrice

Les études sur la mortalité provoquée par la turbine peuvent être divisées en deux groupes : celles qui utilisent des poissons relâchés expérimentalement dans la prise d'eau de la turbine et celles qui utilisent des poissons entraînés naturellement et capturés dans les filets du canal de fuite de la turbine. Les études sur la mortalité provoquée par la turbine peuvent être divisées en deux catégories : celles qui estiment les taux de mortalité immédiatement après le passage du poisson dans la turbine (à court terme ou aiguë) et celles qui estiment les taux qui quantifient la mortalité sur une plus longue période (mortalité différée), cette dernière étant beaucoup plus pertinente pour déterminer les effets de la mortalité sur la population, mais beaucoup plus difficile à estimer. Trois études réalisées à la centrale d'Annapolis ont présenté des estimations du taux de mortalité provoquée par la turbine (la probabilité qu'un poisson passant par la turbine meure à la suite de son passage) : l'étude de 1985-1986 sur le taux de mortalité des aloses savoureuses adultes, l'étude de 1985-1986 sur les jeunes de l'année des clupéidés et l'étude de 1999 sur la mortalité et la déviation des poissons. La première de ces études utilisait des poissons relâchés expérimentalement, tandis que les deux dernières utilisaient des poissons entraînés naturellement. De plus, il existe de la documentation sur la mortalité des poissons à la centrale d'Annapolis, tirée d'observations des plongeurs et sur le rivage. Dans l'ensemble, ces études démontrent qu'une mortalité est associée au franchissement de la turbine à la centrale d'Annapolis. Cependant, pour la majorité des espèces, les taux de mortalité associés au passage dans la turbine, en particulier la mortalité différée, ne sont pas bien quantifiés.

Pour interpréter les estimations du taux de mortalité provoqué par la turbine, il est important de se rappeler qu'il ne détermine pas à lui seul l'effet sur la population. Premièrement, si une partie de la population franchit le pont-jetée par les passes migratoires, la survie globale sera

supérieure à ce que laisse supposer le taux de mortalité provoqué par la turbine. Deuxièmement, si les poissons franchissent plus d'une fois le pont-jetée dans les deux sens, ils peuvent traverser la turbine plus d'une fois. Dans ce cas, la survie globale sera inférieure à celle indiquée par le taux de mortalité pour un seul passage dans la turbine. De plus, bon nombre des biais dans les études sur les taux de mortalité provoquée par la turbine donnent des estimations pour un seul passage qui sont faussées à la hausse (Gibson *et al.* 2019).

Données d'observation

Des observations de poissons morts sous la centrale d'Annapolis ont été consignées de façon intermittente depuis la construction de la centrale. Pendant les études de 1985 et 1986 sur la mortalité des poissons, des poissons morts ont été capturés ou observés au fond de l'estuaire par des plongeurs ou observés le long du littoral ou à la surface de l'eau. Au total, 4 428 individus de 11 espèces ont été observés en aval de la turbine en 1985-1986, dont environ 90 % de harengs atlantiques et d'aloses d'été. Ces données comprennent également l'observation de poissons de plus grande taille, comme des maquereaux bleus, des espèces de plies, des aloses savoureuses, des bars rayés et des esturgeons noirs. D'autres observations de mortalité du poisson ont été faites depuis (p. ex. 21 observations d'esturgeon noir de 1985 à 2017). Dans l'ensemble, ces données constituent des preuves crédibles de la mortalité des poissons à la centrale d'Annapolis.

Études sur le taux de mortalité provoquée par la turbine

La mortalité de l'alose savoureuse adulte traversant la turbine a été étudiée en 1985 et 1986 à l'aide de poissons munis d'étiquettes acoustiques et relâchés expérimentalement. En 1985, 24 poissons ont été marqués à l'aide d'émetteurs sonores insérés dans l'œsophage, puis relâchés en quatre lots pendant la période étudiée. La forte mortalité liée à la manipulation et à l'étiquetage a amené un examinateur précédent à remettre en question l'estimation obtenue. Le même plan d'étude général a été utilisé en 1986, mais les méthodes ont été améliorées, ce qui a entraîné une baisse de la mortalité due à la manipulation et au marquage. Après avoir tenu compte de la mortalité des témoins, le taux moyen de mortalité provoquée par la turbine dans cette étude a été calculé à 21,3 % (IC à 90 % : $\pm 15,2$ %) pour un seul passage de la turbine vers l'aval. Un examen précédent et l'auteur principal des études de 1985 et de 1986 considéraient que l'estimation de 1986 était meilleure en raison de la réduction de la mortalité due à l'amélioration des techniques de manipulation.

D'autres études sur la mortalité provoquée par la turbine à la centrale d'Annapolis ont utilisé des filets à ichtyoplancton d'un mètre de diamètre pour capturer les clupéidés (membres de la famille des harengs) entraînés naturellement qui avaient passé à travers la turbine. Dans les études initiales de 1985 et 1986, les filets ont été pêchés pendant deux à cinq heures. La majorité des poissons capturés étaient morts lorsqu'ils ont été retirés du filet. On a autopsié les poissons pour déterminer la cause de la mort, bien qu'il ne soit pas certain que les méthodes distinguent clairement la mortalité causée par le filet de celle causée par le passage dans la turbine. L'effet du filet a été déterminé en capturant des poissons en amont et en les plaçant dans les filets du canal de fuite pendant 30 ou 60 minutes, une période courte par rapport à la durée pendant laquelle un poisson devrait être dans les filets. Cela devrait entraîner une sous-estimation de la mortalité associée à la capture dans le filet. L'estimation du taux de mortalité provoquée par la turbine ainsi obtenue est probablement faussée à la hausse pour ces raisons.

Reprenant les travaux antérieurs, l'étude de 1999 avait pour but de mettre à l'essai une nouvelle méthode dans laquelle les filets étaient déployés pendant des périodes variables et qui appliquait des méthodes de régression logistique pour estimer la survie des poissons qui

n'avaient pas passé du temps dans le filet. L'étude a démontré la méthode à l'aide de données sur des poissons entraînés naturellement à la centrale d'Annapolis qui ont été capturés dans le canal de fuite dans des filets à ichtyoplancton. Douze espèces ont été capturées en nombre suffisant pour estimer les taux de mortalité aiguë provoquée par la turbine. Ces estimations variaient de 0,0 % pour la lamproie marine à 23,4 % (intervalle de confiance à 95 % : 6,1 % à 58,8 %) pour les jeunes de l'année de l'aloise savoureuse (tableau 4). De grands intervalles de confiance sont associés à certaines des estimations. Deux aspects des études sur la mortalité provoquée par la turbine n'ont pas été abordés dans l'étude de 1999 : la mortalité due à la manipulation, causée par des sources autres que la durée passée dans le filet et la mortalité différée. Si elle est significative, la première de ces questions mènerait à des estimations faussées à la hausse. Si les poissons tués par le passage dans la turbine ne meurent pas peu de temps après le passage, alors les taux de mortalité aiguë provoquée par la turbine ne quantifieraient pas suffisamment cette mortalité.

Les estimations des taux de mortalité provoquée par la turbine dans l'étude de 1999 pour 12 espèces et dans l'étude de 1986 pour l'aloise savoureuse adulte sont les meilleures disponibles à la centrale d'Annapolis. Toutefois, aucune des deux études ne tient pleinement compte des processus de capture et de manipulation, et ni l'une ni l'autre n'aborde entièrement la question de la mortalité différée après le passage dans la turbine.

Les estimations du taux de mortalité provoquée par la turbine dans toutes les études portent sur un seul passage dans la turbine. Certaines espèces, en particulier celles qui vivent à proximité de la turbine, peuvent la traverser plusieurs fois pendant l'année. Dans cette situation, le taux de mortalité total résultant du passage dans la turbine est fonction du taux de mortalité provoquée par la turbine et du nombre prévu de passages dans la turbine. Le nombre prévu de traversées de la turbine par les poissons n'a été étudié pour aucune espèce. De plus, à l'exception de l'étude sur l'aloise savoureuse adulte, les études sur le taux de mortalité provoquée par la turbine sont limitées aux espèces pouvant être capturées dans des filets d'un mètre de diamètre. Par conséquent, on ne dispose d'aucune information sur les espèces de poissons de plus grande taille et les stades biologiques plus âgés à la centrale d'Annapolis. Les taux de mortalité provoquée par la turbine devraient varier d'une espèce à l'autre, comme en témoignent les résultats de l'étude de 1999. Jusqu'à présent, les études n'ont pas suffisamment abordées la question de la mortalité différée.

Tableau 4. Estimations de la mortalité aiguë pour 12 espèces de poissons capturées à l'aide de filets à ichtyoplancton à la centrale marémotrice d'Annapolis (adapté de Gibson et Myers 2002a). JA = jeune de l'année; I.C. = intervalle de confiance.

Espèce	Mortalité (%)		
	moyenne	I.C. à 95 % limite inférieure	I.C. à 95 % limite supérieure
JA - Alose savoureuse	23,4	6,1	58,8
JA - Alose d'été	8,1	3,5	17,2
JA - Gaspereau	7,7	1,5	31,4
JA - Hareng atlantique	15,7	10,8	22,1
Lamproie marine	0,0	s. o.	s. o.
Épinoche tachetée	<0,1	<0,1	5,6
Capucette	2,2	1,1	4,1
Syngnathe brun	2,2	0,7	6,4

Espèce	Mortalité (%)		
	moyenne	I.C. à 95 % limite inférieure	I.C. à 95 % limite supérieure
Stromaté	8,7	1,7	34,5
Plie rouge	5,8	0,8	31,2
Turbot de sable	8,8	<0,1	59,4
Merlu (spp.)	8,7	0,3	20,9

Cadre de Référence 6 : Études évaluant les répercussions sur la population de la mortalité du poisson à la centrale d'Annapolis

Les effets de la centrale d'Annapolis au niveau de la population ont été surveillés pour une seule espèce, l'alose savoureuse, mais les effets ont été déduits pour le bar rayé d'après les registres de pêche récréative et pour l'esturgeon noir d'après les observations de poissons morts.

Alose savoureuse

Des études sur la population d'alose savoureuse de la rivière Annapolis ont été menées en 1981 et 1982 afin d'établir une base de référence des caractéristiques de la population avant la construction de la centrale d'Annapolis. D'autres études ont été entreprises en 1989 et 1990, à peu près une génération (environ six ans) après la mise en service de la turbine, et en 1995 et 1996, environ deux générations après. Les trois études (1981-1982, 1989-1990 et 1995-1996) ont enregistré, principalement par sexe, la longueur moyenne et maximale observée, le poids moyen et maximal observé, l'âge moyen et maximal observé, le pourcentage de reproducteurs multifrai, l'âge moyen à maturité, les paramètres du taux de croissance de von Bertalanffy et le taux de mortalité totale. La comparaison des caractéristiques de la montaison d'alose savoureuse avant et après la mise en service de la turbine indique une diminution de la taille moyenne, de l'âge moyen, de l'âge maximal observé, de l'âge à maturité et du pourcentage de reproducteurs multifrai, et une augmentation globale du taux de mortalité totale.

Il faut être prudent, pour plusieurs raisons, lorsque l'on compare ces évaluations, notamment : les différences dans les engins d'échantillonnage, le moment et l'emplacement variables de l'échantillonnage, la possibilité que la variabilité du recrutement influence de façon marquée les caractéristiques biologiques, les difficultés pour estimer les taux de mortalité totale à partir des données recueillies une seule année et le manque d'information sur les effets des autres facteurs (p. ex. les pêches) qui auraient une incidence sur les caractéristiques biologiques des populations. Malgré ces limites, les études montrent que la structure de la population a changé. Le changement le plus notable est la diminution de l'âge maximum observé pour l'alose savoureuse mâle et femelle entre les évaluations réalisées avant et après la mise en service. Les échantillonnages de 1995 et 1996 ont été effectués dans l'ensemble de la rivière et, si des aloses savoureuses plus âgées étaient présentes dans la population ces années-là, elles auraient probablement été observées. Ce changement, qui dénote des taux de mortalité plus élevés chez les poissons adultes, rend crédible la diminution de la taille et de l'âge moyen observée dans les évaluations après la mise en service.

Bien que les changements des taux de mortalité totale dans ces études ne soient pas incompatibles avec l'estimation du taux de mortalité provoquée par la turbine de 1986 pour l'alose savoureuse adulte (décrite dans le cadre de référence 5), l'interprétation de ces données s'accompagne de certaines réserves. Tout d'abord, les variations des taux de mortalité totale et des taux de mortalité provoquée par la turbine ne sont pas directement comparables.

L'estimation de la mortalité provoquée par la turbine n'est peut-être pas représentative de la survie globale des poissons qui traversent le pont-jetée parce que des aloses savoureuses adultes ont été observées dans la nouvelle passe migratoire et, inversement, il est possible qu'un poisson passe plusieurs fois dans la turbine. Ensuite, la variation estimative du taux de mortalité totale est supérieure à celle que l'on pourrait attendre du seul taux de mortalité provoquée par la turbine de 1986. Par conséquent, ni l'évolution des taux de mortalité totale, ni celle des taux de survie au passage ne sont bien connues. Cela dit, pour l'aloise savoureuse adulte, une augmentation des taux de mortalité associée au franchissement de la centrale d'Annapolis entraînerait des changements dans les caractéristiques biologiques de la population dans le sens observé dans ces études.

Bar rayé

L'information permettant d'évaluer les effets de la centrale d'Annapolis au niveau de la population de bar rayé de la rivière Annapolis se limite aux données sur la longueur, le poids et les prises et l'effort de pêche provenant des enquêtes par interrogation des pêcheurs, des questionnaires, des concours de pêche et des registres privés de pêche à la ligne; ces données peuvent ne pas être représentatives de la population indigène de bar rayé de la rivière Annapolis. Ces données indiquent une diminution de la proportion de gros poissons dans les débarquements des pêches récréatives dans l'estuaire de la rivière Annapolis, ainsi qu'une diminution de la CPUE globale et de la taille moyenne des poissons. Ces changements ont été attribués à la mortalité due à la sélectivité selon la taille dans la turbine.

Deux facteurs doivent être pris en compte pour évaluer les répercussions de la centrale d'Annapolis sur le bar rayé au niveau de la population. Premièrement, certains des changements intervenus dans la population de bar rayé de la rivière Annapolis se sont produits avant la construction de la turbine. Deuxièmement, l'assemblage de bars rayés dans le bassin d'Annapolis se compose de poissons provenant de plus d'une population, bien que la composition réelle ne soit pas connue et ait probablement varié au fil du temps.

Avant la construction de la centrale d'Annapolis, la survie des œufs de bar rayé dans la rivière Annapolis était préoccupante. Bien que des œufs aient été trouvés dans la rivière Annapolis plusieurs années entre 1976 et 1994, les dernières larves capturées datent de 1976. Les relevés à la senne effectués 11 ans entre 1976 et 2015 n'ont permis de capturer aucun jeune bar rayé de l'année. Ensemble, ces résultats prouvent que le bar rayé ne s'est pas reproduit avec succès dans la rivière Annapolis depuis au moins le milieu des années 1970. Les enquêtes par interrogation des pêcheurs effectuées en 1976 ont révélé une augmentation de la taille moyenne des poissons, ce qui serait conforme à un échec de la reproduction (c.-à-d. qu'on s'attendrait à ce que l'échec de la reproduction suffise pour entraîner une augmentation de la taille des poissons jusqu'à ce que les derniers poissons aient disparu). Le COSEPAC (2012) a conclu que la population de bar rayé de la rivière Annapolis a disparu.

Pourtant, on a continué de capturer des bars rayés (âge 2 et plus) dans l'estuaire de la rivière Annapolis depuis les années 1980 jusqu'à nos jours. L'origine de ces poissons n'est pas connue : ils pourraient être issus de la reproduction dans la rivière Annapolis, être des migrants d'autres populations ou une combinaison de ces hypothèses. Des études génétiques et de marquage ont montré que le bar rayé migre dans les zones côtières et se nourrit dans des estuaires autres que celui de sa rivière natale. Des bars rayés marqués ailleurs, y compris dans des rivières des États-Unis, ont été capturés dans l'estuaire de la rivière Annapolis, et des bars rayés marqués dans la rivière Annapolis l'ont été dans d'autres régions. Dans les deux cas, l'origine réelle du poisson n'est pas connue et le nombre de poissons recapturés est faible. On s'attendrait à ce que l'abondance relative des poissons indigènes et non de l'estuaire de la

rivière Annapolis varie en fonction de nombreux facteurs, notamment le déclin de l'abondance de la population de la rivière Annapolis. D'après ces renseignements, la centrale d'Annapolis n'est pas le seul facteur qui contribuerait aux changements documentés dans la répartition des tailles du bar rayé dans la rivière Annapolis. La composition actuelle de l'assemblage de bars rayés de la rivière Annapolis n'est pas connue.

Cela dit, il existe des preuves que la centrale d'Annapolis tue des bars rayés. On s'attendrait à ce que la mortalité provoquée par la turbine accélère le déclin de l'abondance et à ce qu'elle puisse limiter la croissance de la population si la rivière est recolonisée. Cependant, le manque d'information sur les taux de mortalité du bar rayé qui franchit le pont-jetée, empêche d'évaluer l'effet de la centrale d'Annapolis sur la population de bar rayé de la rivière Annapolis.

Esturgeon noir

La principale question concernant l'effet de la centrale d'Annapolis sur l'esturgeon noir est de savoir s'il y a ou non une population indigène dans la rivière Annapolis. On peut lire ce qui suit dans une publication de 1922 : « Ils [l'esturgeon noir] sont également connus dans la rivière Annapolis, qu'on dit qu'ils remontent jusqu'à Middleton. » Il y a peu d'information sur l'espèce dans cette rivière et, à l'instar du bar rayé, l'esturgeon qui est exposé à la centrale d'Annapolis peut faire partie d'une population indigène ou être un migrant d'une autre population. On sait que l'esturgeon noir a une vaste aire de répartition et que son habitat d'alimentation inclut des rivières non indigènes.

Comme il est indiqué dans une publication de 2018, l'information sur les effets de la centrale sur l'esturgeon noir de la rivière Annapolis comprend 21 observations de poissons morts trouvés en aval de la turbine entre 1985 et 2017, dont plusieurs présentaient des blessures compatibles avec la mortalité provoquée par la turbine. D'autres poissons ont été trouvés depuis. La maturité a été déterminée pour 11 des 21 mortalités : quatre femelles matures, trois femelles épuisées, deux mâles en cours de maturation, un mâle épuisé et un animal immature. Cette information a été interprétée comme la preuve qu'il existe actuellement une population d'esturgeon noir indigène de la rivière Annapolis. Toutefois, l'origine de ces esturgeons n'a pas été déterminée. Compte tenu de la petite taille de l'échantillon (11 poissons dont la maturité a été déterminée sur 32 ans), ces données sont peu probantes quant à la présence d'une population indigène de la rivière Annapolis. De jeunes esturgeons de l'année (indicateurs d'une reproduction locale) n'ont pas été capturés dans la rivière Annapolis, bien qu'il n'y ait pas eu de relevés conçus spécifiquement pour cette espèce. La présence d'une population indigène à l'heure actuelle n'est pas connue avec certitude.

Il n'est pas possible de déterminer une répercussion sur la population à partir de cette seule information. Si les esturgeons proviennent de la population du fleuve Saint-Jean, l'effet sur cette population est probablement assez faible. Cependant, s'il existe une population indigène dans la rivière Annapolis, on attendrait que les effets de la mortalité provoquée par la turbine sur celle-ci sont élevés.

Cadre de Référence 7 : Études sur la déviation du poisson menées à la centrale marémotrice d'Annapolis Royal

Les systèmes de déviation du poisson peuvent être divisés en deux catégories : les systèmes physiques et les systèmes comportementaux. Les barrières physiques ont été jugées peu pratiques à la centrale d'Annapolis en raison de sa grande taille, des débris et de la petite taille de la plupart des poissons.

Des études menées à la centrale d'Annapolis en 1988, 1989 et 1999 ont examiné l'efficacité de quatre technologies de déviation du poisson pour réduire le passage dans la turbine : un drone poisson et des lampes à vapeur de mercure filtrée pour attirer les poissons dans la passe migratoire; des marteaux à poisson et des ultrasons pour les éloigner de la prise d'eau de la turbine. L'étude de 1988 a révélé qu'un drone poisson et des lampes à vapeur de mercure filtrée n'étaient pas efficaces pour attirer les poissons vers les passes migratoires. Les résultats de l'étude de 1989 ont montré que l'on pouvait utiliser des marteaux à poisson pour éloigner les poissons de la prise d'eau de la turbine. L'étude ne portait pas sur une espèce en particulier; le gaspateau et l'aloise savoureuse étaient les espèces les plus abondantes capturées pendant l'échantillonnage. Ces études n'ont pas cherché à déterminer précisément si les poissons éloignés de la turbine utilisaient alors les passes migratoires. Les résultats des études de 1999 ont montré que l'utilisation d'un système de déviation du poisson par ultrasons à la centrale d'Annapolis était prometteuse pour réduire le passage des jeunes de l'année de l'aloise savoureuse, du gaspateau et de l'aloise d'été dans la turbine, mais pas pour d'autres espèces. L'efficacité d'un système de guidage comportemental dépend de l'espèce, de la période de l'année, du moment de la journée, de l'âge du poisson, du champ de courant, des conditions environnementales, de « l'état de motivation » du poisson et, comme le montre l'étude de 1999, de l'abondance des poissons. Tous ces facteurs doivent être pris en compte lors de l'élaboration et de la mise à l'essai de systèmes d'orientation comportementale.

Cadre de Référence 8 : Recommandations de recherche

Le Cadre pour la pêche durable élaboré par Pêches et Océans Canada offre une base qui permet de gérer les pêches de manière à appuyer la conservation et l'utilisation durable des ressources. Les principaux éléments du cadre de l'approche de précaution sont les points de référence et les zones d'état du stock (saine, de prudence et critique) visant à guider la prise de décisions. Pour chaque stock, on définit un taux d'exploitation de référence par rapport aux zones d'état du stock comme étant le taux de prélèvement maximal acceptable pour tous les types de pêche et autres activités humaines. Dans le cas des espèces qui se trouvent à proximité de la centrale d'Annapolis, le calcul de taux de mortalité de référence associés au franchissement de la centrale permettrait de vérifier que les taux de mortalité sont conformes au Cadre pour la pêche durable du MPO et pourrait guider les décisions réglementaires prises en vertu de la *Loi sur les pêches* et de la *Loi sur les espèces en péril*. Il faciliterait également les décisions concernant les recherches futures.

Plus généralement, l'information sur la communauté de poissons présente dans les environs de la centrale d'Annapolis est ancienne. La plupart des données recueillies sur la communauté de poissons et la mortalité provoquée par la turbine l'ont été dans les années 1980 et 1990, et la plus récente étude sur le terrain remonte à 1999. L'abondance des populations et les assemblages d'espèces peuvent être différents aujourd'hui de ce qu'ils étaient au moment de ces études. En outre, la plupart des renseignements sur la communauté de poissons ont été recueillis à la fin de l'été et à l'automne, et peu ou pas en hiver et au printemps. La meilleure façon de mettre à jour cette information est de le faire tout en répondant à d'autres questions de recherche.

En ce qui concerne l'évaluation des répercussions sur la population de poissons à la centrale d'Annapolis, l'état des connaissances pour les espèces les plus prioritaires identifiées dans le cadre du cadre de référence 3 est fourni dans le tableau 5. Selon ce qui est considéré comme un taux de mortalité acceptable, il pourrait suffire de combler une ou plusieurs lacunes dans l'information pour déterminer si les taux de mortalité se situent dans des limites acceptables. Par exemple, si la proportion d'une population exposée à la centrale d'Annapolis est inférieure

au taux de mortalité acceptable, il n'est pas nécessaire d'effectuer d'autres recherches pour déterminer que la mortalité se situe dans la limite acceptable.

La technologie et les méthodes ont considérablement progressé depuis que la plupart des recherches ont été faites à la centrale d'Annapolis, plus particulièrement la technologie de suivi acoustique. L'utilisation du passage du poisson, les taux de mortalité immédiate et différée provoquée par la turbine, les temps de résidence et le nombre de fois où les poissons franchissent le pont-jetée peuvent maintenant être évalués à l'aide d'équipement de suivi acoustique. Ces méthodes sont maintenant bien au point pour les poissons de plus grande taille et robustes. Les technologies de suivi ne sont pas encore mises au point pour les poissons de plus petite taille (p. ex. poissons de moins de 10 g). Ainsi, pour ces espèces, la capture au filet peut être la méthode la plus appropriée, l'accent étant mis sur la recherche pour mieux comprendre et améliorer les méthodes de capture et de manipulation, ainsi que l'efficacité de la capture.

Pour les populations pour lesquelles l'effet sur la population est classé comme faible, mais avec une incertitude élevée ou très élevée (cadre de référence 3), la principale source d'incertitude est la structure de la population et l'exposition d'une partie significative de la population à la turbine. Pour ces espèces, la recherche sur les unités de population et l'utilisation de l'estuaire de la rivière Annapolis pourrait être prioritaire par rapport à la recherche sur la survie après le franchissement de la turbine.

Il y a trois espèces pour lesquelles le niveau d'effet a été jugé élevé ou extrême, mais avec une incertitude élevée : les populations de bar rayé, de saumon atlantique et d'esturgeon noir de la rivière Annapolis. Pour le saumon atlantique, la principale source d'incertitude est la survie des saumoneaux et des adultes qui migrent au-delà de la turbine. Ces facteurs sont également inconnus pour le bar rayé et l'esturgeon noir. En ce qui concerne le bar rayé, l'état de la population de la rivière Annapolis et la question de savoir si la rivière pourrait soutenir une production de bar rayé dans les conditions actuelles constituent une source clé d'incertitude. Dans le cas de l'esturgeon noir, la présence et l'état d'une population de la rivière Annapolis sont une source importante d'incertitude.

Les recherches sur les systèmes de déviation et de guidage du poisson à la centrale d'Annapolis pourraient être plus efficaces une fois qu'on aura obtenu suffisamment d'information sur les effets de la centrale sur des espèces précises et que l'on aura déterminé s'ils se situent dans des limites acceptables.

Tableau 5. Information disponible pour évaluer les effets de la centrale d'Annapolis sur la population (O = information suffisante, N = information insuffisante). JA = jeunes de l'année

Espèce	Définition de la population	Cycle biologique / résilience	Proportion de la population qui serait exposée à la turbine	Moment de la mortalité provoquée par la turbine par rapport aux événements du cycle biologique	Taux d'utilisation du passage du poisson et taux de survie pendant le passage	Taux de mortalité aiguë provoquée par la turbine	Taux de mortalité différée provoquée par la turbine	Nombre prévu de passages dans la turbine	Taux de mortalité due à d'autres causes anthropiques	Niveau de référence définissant un taux de mortalité acceptable
Gaspereau	O	O	O	O	N	O (JA seulement)	N	N	O	N
Anguille d'Amérique	N	N	N	O	N	N	N	N	N	N
Alose savoureuse	O	O	O	O	N	O	N	N	N	N
Alose tyran	N	N	N	N	N	N	N	N	O	N
Saumon atlantique	O	O	O	O	N	O	N	N	O	N
Esturgeon noir	N	O	N ¹	N	N	O	N	N	O	N
Merluche blanche	O	O	O	N	N	N	N	N	N	N
Lompe	O	O	O	N	N	N	N	N	N	N
Éperlan arc-en-ciel	O	O	N	N	N	N	N	N	N	N
Aiguillat commun	O	O	O	N	N	N	N	N	N	N
Alose d'été	O	O	O	O	N	O (JA seulement)	N	N	O	N
Loup atlantique	O	O	N	N	N	N	N	N	N	N
Bar rayé	O (plus d'une population)	O	O pour celle de la rivière Annapolis; N pour les autres	O	N	N	N	N	N	N

¹S'il y a une population indigène à la rivière Annapolis, la proportion serait d'un pour cette population. Pour les autres populations, la proportion est inconnue.

Sources d'incertitude

En ce qui concerne la compréhension des répercussions de la centrale d'Annapolis, il existe de nombreuses lacunes dans l'information sur l'utilisation des passes migratoires, les taux de mortalité provoquée par la turbine et le comportement des poissons dans le voisinage de la centrale qui empêchent de formuler des énoncés définitifs sur ses effets (tableau 5). Celles-ci sont décrites tout au long du document. De plus, l'information sur la communauté de poissons présente près de la centrale d'Annapolis est ancienne. La composition et l'abondance relative des espèces peuvent avoir changé depuis la dernière étude sur le terrain, qui a été réalisée en 1999. Par conséquent, l'information présentée dans le présent document reflète l'état actuel des connaissances, qui peut ne pas être équivalent à l'état actuel du réseau hydrographique de la rivière Annapolis. Aucune étude n'a été effectuée en hiver et peu au printemps. Les espèces qui devraient être les plus nombreuses durant ces saisons ne sont pas bien représentées dans les études disponibles.

En ce qui concerne l'analyse des répercussions fournie dans le cadre de référence 3, les répercussions ont été évaluées pour une population fermée. Cela est approprié dans le contexte d'un objectif de maintien de la productivité globale de ces stocks de poissons. Toutefois, on s'attendrait à ce que les résultats soient différents si un objectif différent était utilisé. Par exemple, si l'objectif était de maintenir l'abondance à l'échelle locale pour soutenir une pêche récréative, un niveau élevé de mortalité provoquée par la turbine aurait un effet élevé, même si seulement une petite partie de la population était exposée à la turbine. De même, si l'objectif de gestion est de maintenir une pêche au trophée, un déclin de la population locale d'individus plus âgés et plus gros serait classé comme un effet élevé bien que ce dernier soit potentiellement faible sur la population dans son ensemble.

Le présent document porte sur la mortalité provoquée par la turbine à la centrale d'Annapolis et son incidence sur les populations. Bien que le thème soit orienté sur les effets de la mortalité directe, il ne traite pas entièrement des répercussions de cette centrale sur les populations de poissons, car il y a aussi un potentiel d'effets indirects. Des sujets tels que les changements dans la quantité et la qualité de l'habitat, la disponibilité des proies ou le transport des sédiments, qui peuvent influencer sur la productivité des pêches de myes dans le bassin d'Annapolis, ne sont pas abordés ici. Ces questions méritent un examen plus approfondi.

CONCLUSIONS ET AVIS

Cet examen a permis de cerner des études sur la mortalité provoquée par la turbine, l'utilisation des passes migratoires, la déviation des poissons ou les effets sur la population à la centrale d'Annapolis. Au total, 24 documents (y compris un examen antérieur) qui sont directement liés à ces thèmes ont été relevés. Ils ont été regroupés en 12 études aux fins du présent examen. Ensemble, ils décrivent une communauté de poissons diversifiée composée d'au moins 40 espèces. La recherche est ancienne : la plus récente étude sur le terrain remonte à 1999. Au milieu des années 1990, au moment où une grande partie de ces recherches a été menée, l'abondance de nombreuses espèces était élevée et le nombre de poissons qui migraient alors chaque année au-delà de la centrale d'Annapolis était probablement de l'ordre de quelques millions.

Les poissons se déplaçant vers l'aval de la centrale d'Annapolis peuvent emprunter trois voies de passage : la nouvelle passe migratoire, l'ancienne passe migratoire et le tube de la turbine. Les études sur l'utilisation des passes migratoires se fondent principalement sur les prises relatives de poissons dans des filets à ichtyoplancton dans les trois voies possibles pour franchir le pont-jetée d'Annapolis, qui ne quantifie pas entièrement la proportion de poissons

utilisant chaque voie. Les études indiquent qu'à l'exception de la capucette, la majorité des poissons traversent la turbine pour se diriger vers l'aval.

Il existe des preuves de la mortalité de poissons à la centrale d'Annapolis, notamment : des rapports anecdotiques de poissons morts (avec des blessures compatibles avec le passage dans la turbine) à proximité de la centrale d'Annapolis, des observations de poissons morts en aval de la turbine et des recherches in situ sur la survie des poissons franchissant la turbine.

La population d'alose savoureuse de la rivière Annapolis est la seule population pour laquelle on dispose d'une comparaison de ses caractéristiques biologiques avant et après la mise en service de la centrale d'Annapolis. Les résultats indiquent des changements dans les caractéristiques biologiques de cette population qui ne sont pas incompatibles avec l'estimation du taux de mortalité provoquée par la turbine pour l'alose savoureuse adulte. Toutefois, les changements ne peuvent être entièrement attribués à la turbine sans information sur l'utilisation des passes migratoires, le nombre prévu de passages dans la turbine chaque année et la connaissance d'autres changements susceptibles d'influencer la survie au cours des 15 années pendant lesquelles ces évaluations ont eu lieu.

La diminution signalée de la taille moyenne des bars rayés capturés dans le cadre de la pêche récréative dans la rivière Annapolis ne constitue pas une preuve définitive d'un changement au niveau de la population entièrement attribuable à la turbine. Des relevés dirigés ont démontré un manque de réussite du frai (absence de jeunes bars de l'année) dans cette rivière et on a démontré que des bars rayés utilisent des habitats dans les estuaires autres que celui de leur rivière natale. Par conséquent, on ne sait pas dans quelle mesure les données sur la pêche sont représentatives de la population de bar rayé de la rivière Annapolis. La composition actuelle de l'assemblage de bars rayés dans l'estuaire de la rivière Annapolis n'est pas connue. Ce fait, ainsi que le manque d'information sur les taux de mortalité du bar rayé qui franchit le pont-jetée, empêche d'évaluer l'effet de la centrale d'Annapolis sur la population de bar rayé de la rivière Annapolis.

Il y a peu de preuves de la présence actuelle d'une population d'esturgeon noir indigène de la rivière Annapolis, mais son statut n'est pas connu avec certitude.

Des systèmes de déviation du poisson, destinés à dissuader les poissons de passer à travers la turbine, ont été mis à l'essai à la centrale d'Annapolis. L'utilisation des ultrasons s'est révélée prometteuse pour les jeunes de l'année des espèces *Alosa*. On ne sait pas s'il est possible de mettre au point un système de guidage comportemental qui serait efficace pour toutes les espèces à la centrale d'Annapolis, mais c'est peu probable.

Bon nombre des lacunes dans les données sur la survie des poissons à la centrale d'Annapolis peuvent maintenant être comblées grâce aux récents progrès technologiques en matière de suivi des poissons. Le calcul de taux de mortalité de référence associés au franchissement de la centrale d'Annapolis permettrait de vérifier que les taux de mortalité sont conformes au Cadre pour la pêche durable du MPO et pourrait guider les décisions réglementaires prises en vertu de la *Loi sur les pêches* et de la *Loi sur les espèces en péril*. Il faciliterait également les décisions concernant les recherches futures.

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Organisme d'appartenance
Arany, Jillian	Confederacy of Mainland Mi'kmaq
Avery, Trevor	Université Acadia
Bradford, Rod	MPO, Secteur des sciences, Région des Maritimes
Broome, Jeremy	MPO, Secteur des sciences, Région des Maritimes
Cliche, Levi	Clean Annapolis River Project
Comeau, Peter	MPO, Secteur des sciences, Région des Maritimes
Daborn, Graham	Université Acadia
Enders, Eva	MPO, Secteur des sciences, Région du Centre et de l'Arctique
Ford, Jennifer	MPO, Secteur des sciences, Région des Maritimes
Fulton, Samantha	MPO, Secteur des sciences, Région des Maritimes
Gibson, Jamie	MPO, Secteur des sciences, Région des Maritimes
Harper, Danni	Université Acadia
Holland, Heather	Nova Scotia Power Inc.
Hominick, Craig	MPO, Programme de protection des pêches, Région des Maritimes
Humphrey, Donald	MPO, Division de la gestion des espèces en péril, Région des Maritimes
Levy, Alex	MPO, Secteur des sciences, Région des Maritimes
Marshall, Charlie	Atlantic Policy Congress of First Nations Chiefs Secretariat
Mitchell, Vanessa	Conseil des peuples autochtones des Maritimes
Porter, Darren	Minas Basin Brush Weirs
Raab, Dustin	MPO, Secteur des sciences, Région des Maritimes
Redden, Anna	Acadia Centre for Estuarine Research
Robichaud-LeBlanc, Kim	MPO, Division de la gestion des espèces en péril, Région des Maritimes
Stevens, Greg	MPO, Gestion des ressources, Région des Maritimes
Stokesbury, Mike	Université Acadia
Themelis, Daphne	MPO, Secteur des sciences, Région des Maritimes
Walmsley, Jay	Nova Scotia Power Inc.
Worcester, Tana	MPO, Secteur des sciences, Région des Maritimes

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle des réunions des 9 et 10 janvier et 6 mars 2019 sur l'Examen de la documentation scientifique existante afin de déterminer le taux de mortalité des poissons et les incidences potentielles sur les populations de poissons découlant de l'exploitation de la centrale marémotrice d'Annapolis. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

- BEAK Consultants Ltd. 1991. Technical review of fish passage studies at Annapolis Tidal Generating Station. Final Report, BEAK No. 9228.1.
- COSEWIC. 2012. COSEWIC assessment and status report on the Striped Bass *Morone saxatilis* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. iv + 79 pp.
- Dadswell, M.J., and R.A. Rulifson. 1994. Macrotidal estuaries: a region of collision between migratory marine animals and tidal power development. *Biological Journal of the Linnean Society*. 51: 93-113.
- Dadswell, M.J. and D.H. Themelis. 1990a. An assessment of the 1989 American Shad spawning run in the Annapolis River, Nova Scotia. Draft Report.
- Dadswell, M.J. and D.H. Themelis. 1990b. An assessment of the 1990 American Shad spawning run in the Annapolis River, Nova Scotia. Draft Report.
- Dadswell, M.J., A.D. Spares, M.F. Mclean, P.J. Harris, and R.A. Rulifson. 2018. Long-term effect of a tidal hydroelectric propeller turbine on the populations of three anadromous fish species. *Journal of Fish Biology*. 93: 192-206.
- Gibson, A.J.F. 1996a. An assessment of the 1996 American Shad spawning run in the Annapolis River, Nova Scotia. Acadia Centre for Estuarine Research Publication No. 41. Wolfville, NS.
- Gibson, A.J.F. 1996b. Distribution and seaward migration of young-of-the-year American Shad (*Alosa sapidissima*), blueback herring (*A. aestivalis*) and alewives (*A. pseudoharengus*) in the Annapolis River estuary. Master's Thesis, Acadia University, Wolfville, NS.
- Gibson, A.J.F. and G.R. Daborn. 1993. Distribution and downstream movement of juvenile alosines in the Annapolis River estuary, Final Report. Acadia Centre for Estuarine Research Publication No. 33, Wolfville, NS.
- Gibson, A.J.F. and G.R. Daborn. 1995a. An assessment of the 1995 American Shad spawning run in the Annapolis River, Nova Scotia, Final Report. Acadia Centre for Estuarine Research Publication No. 38, Wolfville, NS.
- Gibson, A.J.F. and G.R. Daborn. 1995b. Population size, distribution and fishway utilization of juvenile alosines in the Annapolis River estuary. Acadia Centre for Estuarine Research Publication No. 36, Wolfville, NS.
- Gibson, A.J.F., and R.A. Myers. 2000. Assessment of a high-frequency sound fish diversion system at the Annapolis Tidal Generating Station with notes about the survival of fish moving seaward at the Annapolis Causeway. Acadia Centre for Estuarine Research, Publication No.55, Wolfville, NS.

- Gibson, A.J.F., and R.A. Myers. 2002a. A logistic regression model for estimating turbine mortality at hydroelectric generating stations. *Transactions of the American Fisheries Society*. 131: 623-633.
- Gibson, A.J.F., and R.A. Myers. 2002b. Effectiveness of a high-frequency sound fish diversion system at the Annapolis Tidal Hydroelectric Generating Station, Nova Scotia. *North American Journal of Fisheries Management*. 22: 770 – 784.
- Gibson, A.J.F., S.J. Fulton, and D. Harper. 2019. Fish mortality and its population-level impacts at the Annapolis Tidal Hydroelectric Generating Station, Annapolis Royal, Nova Scotia: a review of existing scientific literature. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences* No. 3305.
- Hogans, W.E. 1987. Mortality of adult American shad (*Alosa sapidissima*) passed through a STRAFLO turbine at the low-head tidal power generating station of Annapolis Royal, Nova Scotia. Report to the Tidal Power Corporation by T.P.H. Applied Fisheries Research Inc..
- Hogans, W.E., and G.D. Melvin. 1985. Mortality of adult American shad (*Alosa sapidissima*) passed through a STRAFLOW turbine at the low-head tidal power generating station at Annapolis Royal, Nova Scotia. Applied Fisheries Research Inc.
- McKinley, R.S., and H. Kowalyk. 1989. Effectiveness of fish protection scheme in repelling or diverting fish in the intake-forbay of the Annapolis Tidal Power Station. *Ontario Hydro Report* No. 89-110-P.
- McKinley, R.S., and P.H. Patrick. 1988. Fish diversion studies at the Annapolis Tidal Generating Station. *Ontario Hydro Report* 88-32-P.
- Melvin, G.D., M.J. Dadswell, and J.D. Martin. 1985. Impact of lowhead hydroelectric tidal power development on fisheries. part 1: a pre-operation study of the spawning population of American Shad, *Alosa sapidissima* (Pisces: Clupeidae), in the Annapolis River, Nova Scotia, Canada. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences* No. 1340.
- MPO. 2014. Lignes directrices sur l'évaluation des menaces, des risques écologiques et des impacts écologiques pour les espèces en péril. *Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci.* 2014/013. (Erratum : juin 2016)
- Ruggles, C. P., and K.D.E. Stokesbury. 1990. Juvenile alosid study at the Annapolis Tidal Power Station. Report for Tidal Power Corporation by Monenco Maritimes Ltd.
- Stokesbury, K. 1985. Downstream movements of juvenile alosids and preliminary studies of juvenile fish mortality associated with the Annapolis tidal power turbine. *Acadia Centre for Estuarine Research Publication* No. 2, Wolfville, NS.
- Stokesbury, K. 1986. Downstream movements of juvenile alosids and juvenile fish mortality associated with the Annapolis tidal power turbine. *Acadia Centre for Estuarine Research Publication* No. 5, Wolfville, NS.
- Stokesbury, K.D.E. 1987. Downstream migration of juvenile alosids and an estimate of mortality caused by passage through the STRAFLO low-head hydroelectric turbine at Annapolis Royal, Nova Scotia. Master's Thesis. Acadia University, Wolfville NS.
- Stokesbury, K.D.E., and M.J. Dadswell. 1989. Seaward migration of juveniles of three herring species, *Alosa*, from an estuary in the Annapolis River, Nova Scotia. *Canadian Field-Naturalist* 103: 388-393.

Stokesbury, K.D.E., and M.J. Dadswell. 1991. Mortality of juvenile clupeids during passage through a tidal, low-head hydroelectric turbine at Annapolis Royal, Nova Scotia. North American Journal of Fisheries Management. 11: 149-154.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région des Maritimes
Pêches et Océans Canada
1, promenade Challenger, C.P. 1006
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2
Canada

Téléphone : 902-426-7070

Courriel : MaritimesRAP.XMAR@dfo-mpo.gc.ca

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

ISSN 1919-5117

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2019



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2019. Examen de la documentation scientifique existante sur la mortalité des poissons et ses répercussions sur la population à la centrale hydroélectrique marémotrice d'Annapolis, Annapolis Royal (Nouvelle-Écosse). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2019/055.

Also available in English:

DFO. 2019. Review of existing scientific literature pertaining to fish mortality and its population-level impacts at the Annapolis Tidal Generating Station, Annapolis Royal, Nova Scotia. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2019/055.