

10 POISSON MARIN ET SON HABITAT

PR3.4.11

324

Projet Oléoduc Énergie Est de
TransCanada – section québécoise

6211-18-018

10.1 Portée de l'évaluation

Le poisson marin et son habitat ont été sélectionnés comme une composante valorisée (CV) en raison des interactions entre le poisson marin et son habitat et le projet, de la protection réglementaire du poisson et de son habitat, et la relation intrinsèque entre le poisson et son habitat et la pêche commerciale, récréative et autochtone (CRA) et les communautés locales. La CV « poisson marin et son habitat » porte sur les poissons marins résidents et migrateurs et leur habitat susceptibles d'être présents dans les plans d'eau entourant le complexe du terminal maritime de Cacouna planifié au Québec. Une attention particulière est accordée aux espèces marines à statut particulier (ESP), y compris les espèces en péril (EP), aux habitats marins à forte productivité et sensibles sur le plan écologique, et aux aires protégées existantes ou aux sites d'intérêt (SI) potentiels.

Les éléments du complexe du terminal maritime Énergie Est de Cacouna pris en compte pour le poisson marin et son habitat comportent :

- la construction des composantes extracôticières (au-dessous de la ligne des hautes eaux) du complexe du terminal maritime et des infrastructures connexes;
- l'exploitation et l'entretien des composantes extracôticières du complexe du terminal maritime.

Les composantes extracôticières du projet sont décrites dans la section 2 du volume 1.

Cette CV est étroitement liée à d'autres CV (p. ex., faune marine et son habitat) pouvant influencer sur l'abondance de la faune marine et la disponibilité de l'habitat. La faune marine et l'habitat faunique du complexe du terminal maritime de Saint John sont abordés dans le volume 4, partie C.

10.1.1 Exigences réglementaires fédérales

Les effets du projet sur l'environnement marin sont assujettis à des exigences réglementaires en vertu de la Loi sur l'Office national de l'énergie (Loi sur l'ONÉ) et de la Loi canadienne sur l'évaluation environnementale (2012) (LCEE 2012). La liste des exigences relatives au poisson marin et à l'habitat du poisson se trouve au tableau A-2 du *Guide de dépôt*, 2014-01 de l'Office national de l'énergie (ONÉ, 2014). Voici les exigences de dépôt pour le poisson et son habitat :

- relever les espèces de poissons et leurs étapes de développement dans la zone d'étude, ainsi que leur contribution aux pêches locales ou leur importance écologique;
- décrire la répartition saisonnière, les périodes de vulnérabilité saisonnières, l'utilisation de l'habitat, les déplacements et l'état général des populations de poisson ayant une importance dans les pêches locales ou d'importance écologique;
- relever les politiques en matière de pêches ou les autres mesures destinées à protéger et à améliorer les populations de poisson et leur habitat, y compris des aires protégées à l'intérieur de la zone d'étude ou à proximité de celle-ci;

- établir la nécessité d'obtenir l'autorisation de détériorer, de détruire ou de perturber (DDP) l'habitat aux termes du paragraphe 35(2) de la Loi sur les pêches et faire état de toute communication verbale ou écrite avec le ministère des Pêches et Océans (MPO) (p. ex., lettre d'avis) ou tout autre document fournissant des directives applicables du MPO;
- décrire de façon détaillée les zones et les habitats vulnérables;
- décrire le moment des travaux dans le cours d'eau, y compris les périodes et les créneaux d'activités restreintes.

Dans les endroits où des effets résiduels ont été prévus, indiquer s'ils sont susceptibles de se combiner à ceux d'autres installations physiques ou activités concrètes et étayer les renseignements ci-dessus, si nécessaire.

Les espèces de poissons marins en péril font également partie de l'évaluation de la CV « poisson marin et son habitat ». Les exigences de dépôt pour les espèces en péril comportent notamment :

- l'identification des espèces et de leur statut;
- l'inclusion des renvois pertinents aux annexes de la LEP ou aux listes provinciales ou territoriales du COSEPAC;
- l'identification des habitats, y compris les habitats essentiels indiqués dans un programme de rétablissement ou un plan d'action qui figure dans le registre public de la LEP;
- la détermination à savoir si les activités du projet pourraient nuire aux espèces, à leur habitat ou leur résidence;
 - dans la négative, pourquoi?
 - dans l'affirmative, décrire les effets prévus;
 - relever les périodes critiques, le cas échéant (p. ex., le frai), les marges de recul ou les autres restrictions;
 - préciser s'il faut obtenir un permis aux termes de la législation provinciale, territoriale ou fédérale (p. ex., selon la LEP);
 - décrire les mesures d'atténuation proposées, le cas échéant (p. ex., la conception du projet, le calendrier de construction ou le plan de compensation amélioré).

Lorsque le projet risque d'entraîner la destruction d'une partie de l'habitat essentiel d'une espèce faunique figurant sur la liste de l'annexe 1 de la LEP, décrire :

- toutes les discussions avec l'autorité fédérale appropriée (Environnement Canada, Pêches et Océans Canada ou Parcs Canada) visant à obtenir un permis aux termes de l'article 73 de la LEP;
- toutes les solutions de rechange raisonnables au projet qui permettraient d'éviter l'effet sur l'habitat essentiel de l'espèce;
- toutes les mesures réalisables qui seront prises pour éliminer l'effet des installations physiques ou des activités sur l'habitat essentiel de l'espèce visée.

Lorsque des effets résiduels ont été prévus, indiquer s'ils sont susceptibles de se combiner à ceux d'autres ouvrages ou activités et étayer les renseignements ci-dessus, si nécessaire.

Les modifications au poisson marin et à l'habitat du poisson sont réglementées par les exigences de la Loi sur les pêches. Elle définit le poisson et l'habitat du poisson comme suit :

Le « poisson » inclut a) les poissons proprement dits et leurs parties, b) les mollusques, les crustacés et les animaux marins ainsi que leurs parties et c) les œufs, le sperme, la laitance, le frai, les larves, le naissain et les petits des animaux susmentionnés. L'« habitat » du poisson désigne toute aire dont dépend, directement ou indirectement, la survie du poisson, notamment les frayères, les aires d'alevinage, de croissance ou d'alimentation et les routes migratoires.

La qualité de l'habitat des poissons marins comprend une variété de paramètres biophysiques, y compris le substrat, la morphologie du chenal et le débit. Les paramètres de qualité de l'eau ayant une incidence sur la qualité de l'habitat pour les poissons marins comprennent notamment la température, la salinité, la quantité d'oxygène dissous (O.D.), le total des sédiments en suspension (TSS) et la turbidité.

La gestion des pêches commerciale, récréative et autochtone (CRA) au Canada relève du MPO, l'organisme de réglementation responsable de l'application des exigences de la Loi sur les pêches. Voici des articles clés de la Loi sur les pêches concernant les activités de terminaux maritimes relativement aux poissons marins et à l'habitat des poissons visés par les CRA:

- l'article 28, sur l'utilisation d'explosifs pour tuer les poissons;
- l'article 35, sur les dommages sérieux aux poissons et à leur habitat;
- l'article 36, sur le dépôt de substances nocives dans des eaux où vivent des poissons.

Les espèces en péril sont protégées par la Loi sur les espèces en péril (LEP), laquelle fait partie d'une stratégie tripartite du gouvernement du Canada en matière de protection des espèces en péril. La LEP s'applique à toutes les espèces de poissons en péril énumérées à l'Annexe 1, et à leur habitat essentiel, sur l'ensemble des terres fédérales du Canada. Cette stratégie tripartite comprend également des engagements en vertu de l'Accord pour la protection des espèces en péril et des activités dans le cadre du Programme d'intendance de l'habitat pour les espèces en péril, lequel protège les espèces en péril sur les terres fédérales. Le statut des espèces de poissons est évalué et établi par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), lequel recommande ensuite une désignation aux fins de protection légale par l'inscription à la liste officielle de la LEP. L'une des considérations clés en vertu de la LEP en matière de protection des espèces en péril inscrites sur la liste est la protection de leur habitat.

L'Agence Parcs Canada est un autre organisme de réglementation qui définit les lois et régit les parcs marins afin de protéger les écosystèmes représentatifs aux fins de conservation. La Loi sur le parc marin du Saguenay — Saint-Laurent et le Règlement sur les activités en mer dans le parc marin du Saguenay — Saint-Laurent s'appliqueraient particulièrement au terminal maritime de Cacouna au Québec pour le projet en raison de sa grande proximité du parc marin. Le parc marin comprend la colonne d'eau et le fond marin, et protège des parties des écosystèmes marins de l'estuaire du Saint-Laurent et du fjord du Saguenay. Ces règlements sont exhaustifs et protègent les poissons marins et leur habitat qui ne font partie ou ne soutiennent pas nécessairement des pêches CRA.

10.1.2 Exigences réglementaires québécoises

La province de Québec dispose de règlements provinciaux pour gérer et protéger les espèces aquatiques en péril du Québec (Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune et Loi sur les espèces

menacées ou vulnérables) et l'habitat du poisson (Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune). La Loi sur la conservation du patrimoine naturel vise également à faciliter la mise en place d'un réseau d'aires protégées représentatives de la biodiversité en instaurant des mesures de protection des milieux naturels complémentaires aux autres moyens existants, dont les statuts de protection conférés à certaines aires sous la responsabilité d'autres ministères ou organismes gouvernementaux provinciaux.

La législation fédérale pertinente comme la Loi sur les pêches, la Loi sur les espèces en péril (LEP) et la Loi sur le parc marin du Saguenay — Saint-Laurent est abordée dans le volume 1, section 3.

Loi sur le parc marin du Saguenay — Saint-Laurent. Cette loi provinciale, qui a été promulguée en 1997 et a créé le parc marin du Saguenay — Saint-Laurent, exige un réexamen du plan directeur au chapitre de la protection des ressources, du zonage et des modalités d'utilisation du parc par les visiteurs au moins tous les sept ans.

L'article 21 de cette Loi stipule que toute forme de prospection, d'utilisation et d'exploitation des ressources à des fins de production minière ou énergétique, de même que le passage d'oléoduc, de gazoduc et de lignes de transport d'énergie sont interdits à l'intérieur du parc marin du Saguenay — Saint-Laurent.

Loi sur les parcs. Établie en 1977 et modifiée en 2001 afin d'incorporer le concept de parc national, la Loi sur les parcs du Québec permet la création de parcs nationaux avec l'objectif d'assurer la conservation et la protection permanente de territoires représentatifs des régions naturelles du Québec ou de sites naturels à caractère exceptionnel, notamment en raison de leur diversité biologique, tout en les rendant accessibles au public à des fins d'éducation et de récréation. La Loi régit l'établissement de parcs et l'administration et l'adoption de règlements en vertu de la Loi, particulièrement le Règlement sur les parcs. Ce règlement précise divers points, dont le zonage, les conditions d'accès, de séjour et la pratique d'activités ainsi que les pouvoirs et devoirs des employés.

Un parc provincial, le Parc national du Bic, est situé dans la zone d'étude régionale (ZER) pour la CV poisson marin et habitat du poisson. Ce parc, créé en 1984, est situé dans le bas estuaire du Saint-Laurent, dans la municipalité de Rimouski, à 77 km environ en aval de Cacouna, et couvre une superficie de 33,2 km². Les environnements diversifiés et fragiles du parc incluent une zone marine et un littoral de plus de 30 km (SÉPAQ, 2014).

Loi sur les espèces menacées ou vulnérables. La Loi sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec a été promulguée en 1989. La Loi permet au gouvernement provincial de désigner des espèces comme *menacées* ou *vulnérables*. Elle permet également au gouvernement provincial de déterminer les caractéristiques ou les conditions servant à identifier les habitats des espèces *menacées* ou *vulnérables*, selon leurs caractéristiques biologiques, dont le sexe ou l'âge, ou selon leur nombre, leur densité, leur emplacement, la période de l'année ou les caractéristiques du milieu.

En vertu de la Loi, les ministres responsables de la gestion de la flore et de la faune, soit le ministre du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) et le ministre de la Forêt, de la Faune et des Parcs (MFFP), peuvent déterminer conjointement, par arrêté, une liste d'espèces *menacées* ou *vulnérables* susceptibles d'être ainsi désignées.

À l'heure actuelle, huit espèces de poissons marins sont désignées comme *menacées* ou *vulnérables* en vertu de cette Loi. En outre, 25 espèces de poissons sont susceptibles d'être désignées *menacées* ou *vulnérables*.

Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune. La Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune, promulguée en 1983, a pour objet la désignation des habitats de la faune, y compris l'habitat du poisson, leur mise en valeur dans une perspective de développement durable et la reconnaissance à toute personne du droit de chasser, de pêcher et de piéger. Elle établit :

- les responsabilités du gouvernement provincial à l'égard de la protection de la population faunique;
- les responsabilités des agents de protection de la faune dans l'application des lois relatives à la conservation;
- les responsabilités en matière d'éducation du public à l'égard de ces lois et règlements.

En vertu de l'article 128.6 de la loi, nul ne peut faire une activité susceptible de modifier l'aspect biologique, physique ou chimique propre à un habitat de la faune, sauf si une autorisation a été obtenue au préalable ou si l'activité est pratiquée conformément aux normes ou aux conditions applicables. L'objectif premier de la loi est la protection de l'habitat faunique et il s'applique aux terres publiques.

Les habitats fauniques sont définis dans le Règlement sur les habitats fauniques. Les habitats fauniques liés au poisson incluent notamment :

- **Habitat du poisson** : un lac, un marais, un marécage, une plaine d'inondations dont les limites correspondent au niveau atteint par les plus hautes eaux selon une moyenne établie par une récurrence de deux ans ou un cours d'eau, lesquels sont fréquentés par le poisson, y compris le fleuve Saint-Laurent et son estuaire ainsi que les autres territoires sous-marins situés dans le golfe du Saint-Laurent ou la baie des Chaleurs et identifiés par un plan dressé par le ministère responsable de la faune; lorsque les limites de la plaine d'inondations ne peuvent être établies, celles-ci correspondent à la ligne naturelle des hautes eaux.
- **Habitat d'une espèce faunique menacée ou vulnérable** : un habitat défini par le Règlement sur les espèces fauniques menacées ou vulnérables et leurs habitats.

En vertu de l'article 111 de la Loi, le ministre peut également établir sur les terres du domaine de l'État des réserves fauniques vouées à la conservation, à la mise en valeur et à l'utilisation de la faune ainsi qu'à la pratique d'activités récréatives. À l'heure actuelle, la province de Québec compte 21 réserves fauniques (MDDEFP, 2014a); toutefois, aucune d'entre elles n'est située dans la ZEL ou la ZER du poisson marin et de l'habitat du poisson.

En vertu de l'article 122 de la loi, le ministre peut établir sur des terres du domaine de l'État, sur des terrains privés ou sur les deux à la fois un refuge faunique dont les conditions d'utilisation des ressources et de pratique d'activités récréatives sont fixées en vue de conserver l'habitat de la faune ou d'une espèce faunique. À l'heure actuelle, la province de Québec compte huit refuges fauniques (MDDEFP, 2014a); toutefois, aucun d'entre eux n'est situé dans la ZEL ou la ZER du poisson marin et de l'habitat du poisson.

Loi sur la conservation du patrimoine naturel. Le principal objectif de la Loi sur la conservation du patrimoine naturel est de sauvegarder le caractère, la diversité et l'intégrité du patrimoine naturel du

Québec par des mesures de protection de sa diversité biologique et des éléments des milieux naturels qui conditionnent la vie. Elle vise plus particulièrement à faciliter la mise en place d'un réseau d'aires protégées représentatives de la biodiversité en instaurant des mesures de protection des milieux naturels, dont les statuts de protection conférés à certaines aires sous la responsabilité d'autres ministères ou organismes gouvernementaux. Ces aires sont décrites ainsi dans la Loi :

- **Réserve aquatique** : une aire, principalement composée d'eau douce, d'eau salée ou saumâtre, constituée aux fins de protéger un plan ou un cours d'eau, ou une portion de ceux-ci, y compris les milieux humides associés, en raison de la valeur exceptionnelle qu'il présente du point de vue scientifique de la biodiversité ou pour la conservation de la diversité de ses biocénoses ou de ses biotopes.
- **Réserve de biodiversité** : une aire constituée dans le but de favoriser le maintien de la biodiversité; sont notamment visées les aires constituées pour préserver un monument naturel — une formation physique ou un groupe de telles formations — et celles constituées dans le but d'assurer la représentativité de la diversité biologique des différentes régions naturelles du Québec.
- **Réserve écologique** : une aire constituée pour l'une des fins suivantes : conserver dans leur état naturel, le plus intégralement possible et de manière permanente, des éléments constitutifs de la diversité biologique, notamment par la protection des écosystèmes et des éléments ou processus qui en assurent la dynamique; réserver des terres à des fins d'étude scientifique ou d'éducation; sauvegarder les habitats d'espèces fauniques et floristiques *menacées* ou *vulnérables*.
- **Paysage humanisé** : une aire constituée à des fins de protection de la biodiversité d'un territoire habité, terrestre ou aquatique, dont le paysage et ses composantes naturelles ont été façonnés au fil du temps par des activités humaines en harmonie avec la nature et présentent des qualités intrinsèques remarquables dont la conservation dépend fortement de la poursuite des pratiques qui en sont à l'origine.
- **Réserve naturelle** : une propriété privée reconnue à ce titre en raison de l'intérêt que sa conservation présente sur le plan biologique, écologique, faunique, floristique, géologique, géomorphologique ou paysager.

10.1.3 Espèces à statut particulier

Dans le cadre du projet, les espèces à statut particulier (ESP) et les espèces en péril (EP) sont définies ainsi :

- **Espèces à statut particulier (ESP)** : toutes les espèces en péril (voir la définition ci-dessus), ainsi que les espèces désignées par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) comme étant *disparues*, *en voie de disparition*, *menacées* ou *vulnérables* et les espèces désignées par les autorités provinciales comme menacée, vulnérable ou susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable.
- **Espèces en péril (EP)** : espèces inscrites sur la liste fédérale ou provinciale et désignées comme *disparues*, *en voie de disparition*, *menacées* ou *préoccupantes* qui nécessitent une protection légale en vertu de la Loi sur les espèces en péril (LEP) fédérale ou d'une loi provinciale.

10.1.4 Limites de l'évaluation

Dans le contexte de l'évaluation des effets sur le poisson marin, la zone de développement du projet (ZDP) se limite aux composantes du projet situées au-dessous de la ligne des hautes eaux, telles qu'elles sont définies dans la partie B de la section 1.

La ZEL du terminal maritime inclut la ZDP et l'environnement marin qui interagit directement et indirectement avec le projet (figure 10-1). Au Québec, la ZEL inclut la ZDP et la zone entière désignée comme habitat essentiel pour le bar rayé et le béluga de l'estuaire du Saint-Laurent et comprend également le parc marin du Saguenay — Saint-Laurent, l'habitat de plusieurs espèces marines.

La ZER des terminaux maritimes, soit la zone dans laquelle des effets cumulatifs sur le poisson marin et son habitat pourraient se produire, inclut les activités concrètes passées et actuelles, de même que les activités concrètes certaines et prévisibles. Au Québec, la ZER s'étend au nord-est jusqu'à l'extrémité ouest de l'île d'Anticosti et au sud-ouest jusqu'à l'extrémité est de l'île d'Orléans et inclut des écosystèmes marins potentiellement sensibles et des habitats de poissons appartenant à des ESP situés dans le fleuve Saint-Laurent.

10.2 Sommaire des données de référence

La présente section donne un aperçu de l'approche et des méthodes utilisées pour la collecte et l'analyse de données ainsi qu'un résumé des résultats de l'étude de terrain de 2013 et de la documentation complémentaire disponible.

10.2.1 Approche et méthodologie

10.2.1.1 Utilisation des données

Les données et l'information de référence sur le poisson et son habitat dans les zones d'étude appropriées ont été recueillies pendant une étude documentaire de sources variées comme des évaluations environnementales antérieures, des rapports publics de différents groupes marins, de chercheurs (p. ex., MPO, université, recherche de documents) et du gouvernement. Cette étude documentaire a été complétée par les études sur le terrain décrites ci-dessous.

Les études de référence et le travail sur le terrain traitant du poisson marin et de l'habitat du poisson ont été menés en 2004 et en 2005 en soutien de l'étude d'impact environnemental du projet Énergie Cacouna concernant le projet de terminal maritime de gaz naturel liquéfié (GNL) à Cacouna. Ces études contiennent de l'information pertinente pour ce projet et sont mentionnées tout au long de l'évaluation. L'emplacement proposé pour le terminal maritime du projet Énergie Est ne correspond pas à l'emplacement ni à la profondeur d'eau initialement proposés pour l'installation de GNL à Cacouna; par conséquent, certaines des données propres au site du terminal maritime de GNL présentent des limites, alors que certaines des données régionales continuent d'être pertinentes. Au terme de l'étude d'impact environnemental du Projet Énergie Cacouna, le statut de certaines espèces en péril a été modifié et les méthodes de collecte de données ont été mises à jour. Des études de confirmation sur le terrain pour le terminal maritime de Cacouna sont requises afin de valider les données et l'information actuelles.

Le terminal maritime de Cacouna pour le Projet Énergie Est s'étend en eau plus profonde afin d'accueillir les grands pétroliers de type Suezmax avec un tirant d'eau de 20 m, par rapport à 12 m pour un transporteur de GNL. Le poisson et l'habitat du poisson en eau plus profonde devront être étudiés dans le cadre du projet. Les données relatives au frai potentiel dans la ZDP ne sont pas disponibles et devront également être étudiées. D'autres études visant à classer les poissons et l'habitat du poisson dans la ZDP et à proximité de celle-ci seront menées pendant l'été 2014.

10.2.1.2 Méthodes utilisées sur le terrain

Au cours de l'automne 2013, une étude sur le terrain a été menée afin de caractériser l'environnement marin à proximité du complexe de terminal maritime proposé près de Cacouna, dans des conditions typiques de marée de vives-eaux (du 4 au 6 novembre) et de marée de mortes-eaux (du 10 au 12 novembre). Pendant chaque cycle de marée, des données ont été recueillies sur le terrain, notamment : les courants marins à l'aide d'un profileur de courant à effet Doppler (ADCP); le profilage et l'échantillonnage de l'eau afin de caractériser la colonne d'eau; et les études sur le zooplancton à Gros-Cacouna. Entre les cycles de marée, une étude de l'habitat benthique a été menée. Ces études sont décrites ci-dessous et le résumé des résultats se trouve à la section 10.2.2.

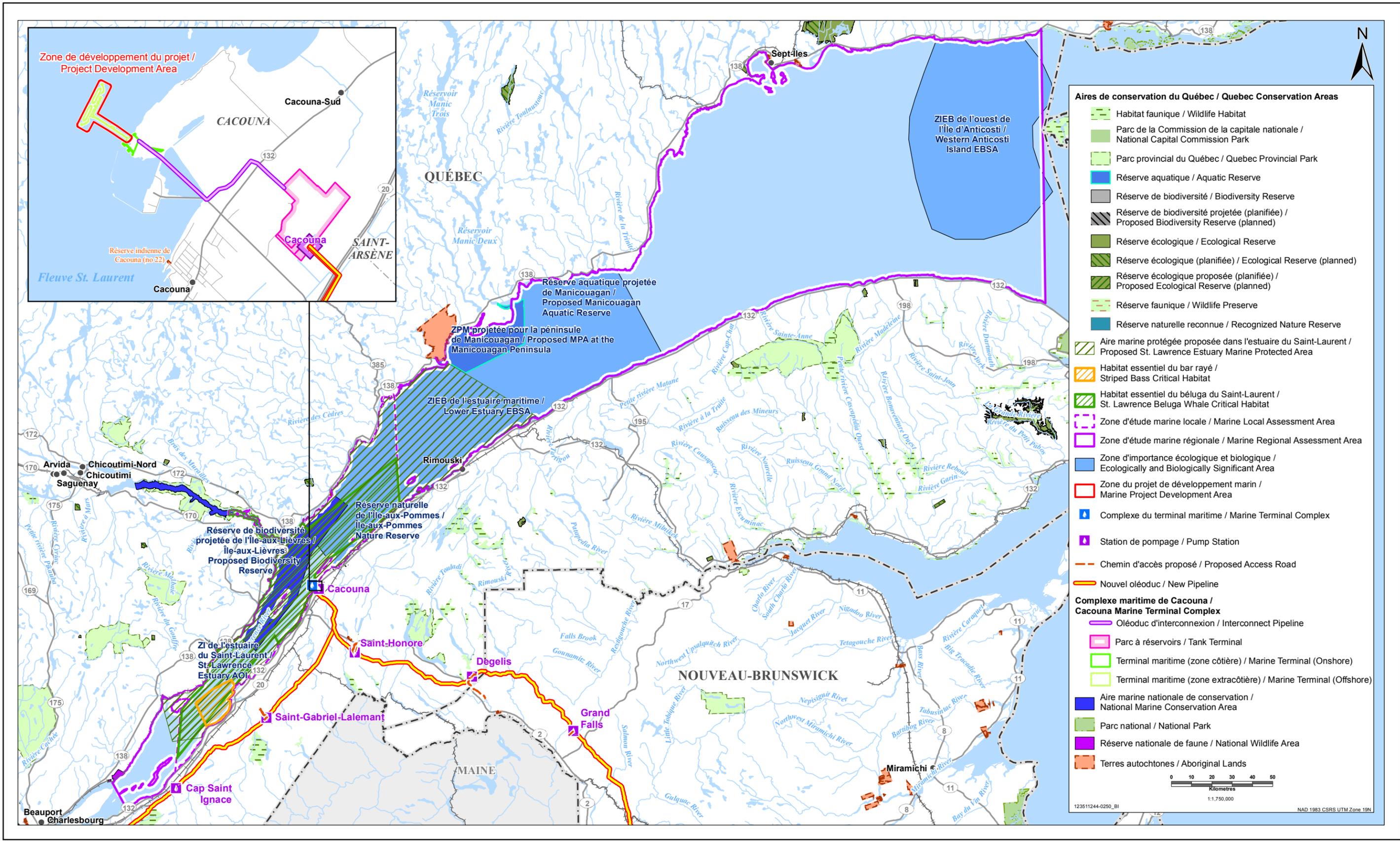
D'autres travaux sur le terrain, y compris des études sur les poissons et la modélisation acoustique, se poursuivront en 2014 (voir la section 10.7).

ANALYSE ADCP (PROFILEUR DE COURANT À EFFET DOPPLER)

Une analyse synoptique ADCP a été menée sur des transects prédéterminés afin de cartographier les courants marins (tant la vitesse que la direction) dans la colonne d'eau d'un point près de la surface jusqu'à un point près du fond. Un cycle de marée ascendante et descendante a été inclus et analysé au minimum pour toutes les zones avec l'ADCP, ainsi que les marées haute et basse (étales de courant). Le profilage de l'eau de la colonne d'eau pendant un cycle de marée de 12 heures a été effectué près du rivage et au large des côtes du complexe du terminal maritime proposé de Cacouna.

QUALITÉ DE L'EAU

Le profilage de colonne d'eau a été effectué à chacune des stations d'échantillonnage à l'aide d'un multimètre YSI afin de déterminer si la colonne d'eau était stratifiée selon la température et la salinité (conductivité). Si le profil de la station indiquait une colonne d'eau stratifiée, un échantillon d'eau était recueilli à partir de chaque couche d'eau (c.-à-d., sous la surface et juste au-dessus du fond marin). Si la colonne d'eau semblait homogène, un échantillon était recueilli entre deux eaux à cette station. Des échantillons d'eau ont été recueillis pour les marées ascendantes et descendantes à certaines stations alors que d'autres stations ont été sélectionnées au hasard pour la prise d'un seul échantillon pendant le cycle de marée.



QUALITÉ DES SÉDIMENTS ET INVERTÉBRÉS BENTHIQUES

Des échantillons de sédiments ont été recueillis dans 18 des 25 stations où l'échantillonnage a été tenté à l'automne 2013 à l'intérieur des ZDP et des ZEL marines. Deux échantillons ponctuels de sédiments ont été recueillis pour former un échantillon composite à chaque emplacement. Les échantillons de sédiments ont été recueillis aux fins d'analyses physiques et chimiques et d'identification d'invertébrés benthiques.

PLANCTON

Des prélèvements de zooplancton ont été effectués dans la colonne d'eau à la fin de 2013 pendant une marée ascendante sur la côte et au large, près des installations maritimes proposées à Cacouna. Des filets à plancton ont été tirés sous la surface jusqu'à mi-profondeur; les courants étaient trop forts pour que les filets puissent atteindre le fond. Une fois le trait terminé, le plancton recueilli dans les filets a été préservé, trié et identifié afin de déceler la présence d'œufs et de larves de poisson, de mollusques et de crustacés, indiquant des activités de frai automnal. D'autres prélèvements de plancton seront effectués au printemps 2014.

ÉTUDE DE L'HABITAT BENTHIQUE

Des examens vidéo de l'habitat du poisson benthique ont été effectués le long de transects à proximité et au large des côtes au moyen d'un véhicule téléguidé (VTG). L'examen vidéo mené à l'automne 2013 était limité par les conditions météorologiques et l'état de la mer; d'autres examens vidéo seront effectués en 2014.

ÉTUDE DU LITTORAL

Une étude du littoral préliminaire a été menée pendant la campagne sur le terrain de 2013. La zone intertidale située à proximité du projet est constituée de rochers sur un fond rocheux. Elle est caractérisée par d'importantes variations quotidiennes et saisonnières des conditions physiques et chimiques (température et salinité, secteurs inondés et non inondés). La zone sublittorale (région d'eau peu profonde près du rivage) n'est jamais exposée pendant les marées. Le substrat de cette zone est caractérisé par un taux élevé de limon qui augmente avec la profondeur.

ACOUSTIQUE SOUS-MARINE

L'étude du bruit ambiant et la modélisation acoustique sous-marine commenceront pendant la campagne sur le terrain de 2014 et se poursuivront jusqu'à début de la construction du terminal maritime. L'étude s'étendra à plusieurs sites de la ZEL et les résultats de la campagne sur le terrain de l'été 2014 seront analysés et présentés dans le cadre du RDT.

10.2.2 Aperçu des conditions de référence

10.2.2.1 Environnement physique

La présente section propose un aperçu et un sommaire des conditions de base de l'environnement physique marin du projet. Une caractérisation détaillée de l'environnement physique marin sera présentée dans un rapport de données techniques qui sera déposé auprès de l'ONÉ, en même temps que d'autres rapports, au quatrième trimestre de 2014.

Le terminal maritime Énergie Est de Cacouna est situé sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent et adjacent au port de Gros-Cacouna. Le terminal maritime est situé à environ 12 km en aval de Rivière-du-Loup. L'environnement physique relatif au poisson et à l'habitat du poisson pour ce projet est caractérisé selon différentes échelles spatiales. La majeure partie de la ZER englobe la portion estuarienne du fleuve Saint-Laurent (de la ville de Montmagny à l'extrémité ouest de l'île d'Anticosti). La ZEL est située dans une plus petite portion de la ZER, limitée entre l'île aux Coudres en amont du terminal maritime et l'île du Bic en aval, ainsi qu'une portion du fjord du Saguenay. La ZDP est définie par la zone d'empreinte du terminal maritime de Cacouna (consulter la figure 10-1).

La bathymétrie du fleuve Saint-Laurent ainsi que le régime maréal et le ruissellement de l'eau douce définissent des aspects importants relatifs à l'habitat du poisson. Dans les sections supérieures de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent, la profondeur maximale de l'eau atteint approximativement 30 m dans le chenal principal de la ville de Québec à la confluence de la rivière Saguenay. Au-delà de cette confluence, la profondeur de l'eau chute dramatiquement à 300 m près de Tadoussac. Ce changement abrupt de profondeur est un facteur important contribuant aux conditions océanographiques du fleuve Saint-Laurent.

Parmi les autres facteurs, l'environnement physique est également défini par les caractéristiques du littoral et des sédiments marins. La ligne de côte dans le voisinage immédiat de la ZDP est principalement formée par une zone intertidale étroite constituée de falaises rocheuses et de plages de sédiments grossiers au nord et d'affleurements rocheux au sud. Les échantillons de sédiments superficiels du fleuve Saint-Laurent recueillis pour le projet dans la zone de jetée indiquent que la taille des particules de sédiments varie selon la distance du rivage. Des particules de plus petite taille (argile et limon) ont été trouvées près du rivage, où les vitesses plus basses du courant permettent le dépôt de particules fines; des particules de sédiments plus grosses (sable et gravier) ont été trouvées loin du rivage, où les vitesses du courant sont plus élevées, transportant ainsi la majorité des fines particules sous forme de sédiments en suspension. À proximité des côtes, dans la zone intertidale et à une profondeur de 4 à 6 m, le fond marin est principalement constitué de rochers, de pierres et de cailloux.

Les niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent sont dominés par le débit de l'eau douce ainsi que par les facteurs liés aux marées et les conditions météorologiques. Le fleuve est sous l'influence des marées avec un régime maréal semi-diurne mixte, dans lequel deux marées hautes et deux marées basses se produisent chaque jour. Le sommet de la marée prend environ une heure pour atteindre la ZDP à partir du golfe du Saint-Laurent et approximativement cinq heures pour atteindre la ville de Québec. Une autre particularité des marées est que la marée ascendante se produit plus rapidement que la marée descendante. Cela est dû principalement à la bathymétrie du lit fluvial et aux forces de cisaillement croissantes lorsque le chenal du fleuve devient plus étroit vers l'amont.

Les données sur le niveau de l'eau le long du fleuve Saint-Laurent proviennent d'un réseau de stations de niveau d'eau du Service hydrographique du Canada (Pêches et Océans Canada). Le niveau moyen de l'eau à Gros-Cacouna est de 2,6 m (niveau de référence). Les extrêmes de marée basse et de marée haute, de -0,8 m et de 5,9 m, respectivement, se produisent occasionnellement et peuvent entraîner une amplitude de marée de 6,7 m. Pour ce qui est du débit fluvial, le débit moyen mensuel estimé à Québec indique que le fleuve maintient un débit minimum de l'ordre de 10 000 m³/s pendant l'année, avec un débit plus fort pendant la crue printanière et un ralentissement pendant les mois d'été et d'hiver.

La direction du vent sur le fleuve Saint-Laurent est généralement est-nord-est pendant le printemps et l'été. L'été, les vents du sud-ouest sont fréquents et apportent souvent de l'air chaud et humide produisant un brouillard épais. À l'automne, les vents du nord-ouest deviennent plus fréquents lorsque l'air froid descend du nord. Une analyse des données sur le vent à l'île Rouge a également été menée. Les données indiquent trois directions prédominantes des vents : N-E, S-O et N-O, les deux premières étant parallèles au fleuve Saint-Laurent et la dernière parallèle à la rivière Saguenay. Ces trois directions prédominantes du vent totalisent 75,9 % de tous enregistrements.

Les vagues dues au vent près de la ZDP coïncident également avec la prédominance des directions du vent. La contribution de la houle se propageant en amont du golfe du Saint-Laurent a un effet négligeable sur les caractéristiques des vagues à proximité de Gros-Cacouna. Les hauteurs de vagues extrêmes ont été calculées en fonction de diverses probabilités. Les hauteurs de vagues peuvent atteindre ou dépasser 7,4 m pendant les vents extrêmes avec une direction prédominante de l'ouest.

Les courants marins sont principalement stimulés par les débits fluviaux ainsi que les facteurs liés aux marées et aux conditions météorologiques (c.-à-d., grands régimes de circulation induits par le vent). Le fleuve Saint-Laurent a un milieu littoral à onde stationnaire dans lequel les courants les plus forts ont lieu pendant les segments ascendants et descendants de la marée (Forrester, 1983). Les mesures du courant marin enregistrées pour le terminal maritime de Cacouna indiquent que les régimes de circulation généraux sont principalement stimulés par les effets de la marée pendant les marées hautes et par les débits fluviaux pendant les marées basses, entrecoupés de modes de transition. En conséquence, pendant la marée ascendante, la direction des courants marins est principalement vers le sud-ouest (en amont du fleuve) avec des amplitudes atteignant 1,3 m/s, tandis que pendant la marée descendante, la direction de l'eau s'inverse à 180 degrés vers le nord-est (en aval) avec des amplitudes maximales de l'ordre de 1,7 m/s.

Pendant la portion ascendante de la marée, des courants se déplaçant dans des directions opposées ont été observés dans la colonne d'eau; la couche supérieure de la colonne d'eau est moins salée puisque le débit fluvial se dirige en aval, tandis que la couche inférieure est constituée d'eau de la marée du golfe du Saint-Laurent s'avançant en amont. La masse d'eau du golfe est plus dense (c.-à-d., température plus basse et salinité plus élevée), ce qui explique pourquoi elle reste près du fond.

10.2.2.2 Environnement acoustique sous-marin

Le bruit ambiant est un son environnemental qui encombre et masque les sons dignes d'intérêt. On sait que de nombreuses espèces de poisson utilisent le son afin de repérer des proies ou éviter des prédateurs, ainsi que dans leurs interactions sociales (Popper, 2003). Le son est produit par les vibrations ou les vagues en mouvement, se produisant à différentes fréquences, et la pression ou

l'intensité du son est mesurée sur une échelle logarithmique (décibels, dB) (Chapman et Ellis, 1998). Un mélange de sources naturelles et anthropiques compose les sons présents dans l'environnement marin (Richardson *et al.*, 1995).

Le transport des marchandises constitue une source considérable de bruit dans l'environnement marin. Les niveaux sonores produits par les navires sont hautement variables, mais ils sont généralement liés au type, à l'âge, à la taille, à la puissance, au chargement et à la vitesse. Les principales sources sonores sont la cavitation et la propulsion des hélices, les compresseurs, les systèmes de production d'énergie et les pompes (Popper, 2003).

En septembre 2005, JASCO Research Ltd. a mené une étude sur le terrain pour mesurer les niveaux de bruit ambiant sous-marin et la perte de transmission acoustique à des emplacements sélectionnés du fleuve Saint-Laurent dans la région entourant le site du terminal de GNL d'Énergie à Cacouna. Les conditions de base des niveaux de bruit de fond ont été mesurées à cinq emplacements à proximité de l'installation de GNL proposée à Gros-Cacouna et à deux emplacements à proximité de l'île Rouge. Les niveaux de bruit ambiant des emplacements les plus près du port variaient entre 89 et 102 dB, tandis que les niveaux de bruit ambiant des emplacements les plus éloignés du port étaient légèrement plus élevés, variant de 101 à 109 dB (Carr *et al.*, 2006).

Le bruit des navires était évident dans les spectrogrammes de bruit ambiant produits par JASCO, apparaissant comme des hausses de courte durée (30 minutes ou moins) dans l'énergie acoustique et variant entre des fréquences de 100 Hz et de 10 kHz. Parfois, on soupçonnait que les navires plus éloignés contribuaient aux niveaux sonores élevés observés sous 50 Hz. Les mesures du bruit des navires n'ont pas révélé d'énergie importante sous les 100 Hz. Le tableau 10-1 présente les sources de bruit anthropiques ainsi que le niveau et la portée du son.

L'effet du vent et l'état de la mer font en sorte d'élever uniformément les niveaux de bruit dans la gamme de fréquences située entre 100 Hz et 10 kHz (Wenz 1962). L'augmentation du bruit est due à l'augmentation de l'agitation en surface, ce qui n'indique pas nécessairement une corrélation directe avec la vitesse du vent, mais dépend d'autres variables comme la durée d'action du vent, le fetch et la direction par rapport à la houle locale, aux courants et à la topographie.

Tableau 10-1 Sources de bruit et gamme de fréquences de l'environnement marin

Source de bruit	Niveau d'émission sous-marine typique à larges bandes (dB par rapport à 1 µPa à 1 m)	Gamme de fréquences typique
Navire	170 à 185	5 Hz à 1 kHz
Bruit électronique	S.O.	1 Hz à 20 kHz
Aérogλισseur	130 à 140	50 Hz à 2 000 Hz
Amarres traînant sur le fond	S.O.	1 Hz à 20 kHz
Bateau à moteur hors-bord	155 à 175	100 Hz à 10 kHz
SOURCE : Carr <i>et al.</i> 2006 (d'après Richardson, 1995)		

10.2.2.3 Habitat du poisson

La présente section caractérise plusieurs aspects de l'habitat du poisson dans la ZDP et la ZEL.

QUALITÉ DE L'EAU

La qualité de l'eau inclut tous les facteurs physiques et chimiques de l'eau contenue dans un environnement marin. Les examens de l'information actuelle sur l'environnement marin de Cacouna ont démontré que la qualité de l'eau de la ZDP est généralement adéquate pour soutenir les poissons (Golder Associates, 2005).

La portion estuarienne du fleuve Saint-Laurent a été séparée en plusieurs parties : l'estuaire fluvial (Pointe-du-Lac à l'île d'Orléans), l'estuaire moyen (de l'île d'Orléans à Cacouna) et l'estuaire maritime et du golfe (de Cacouna au golfe du Saint-Laurent) (Dufour et Ouellet, 2007). Le complexe du terminal maritime de Cacouna est situé dans la zone estuarienne moyenne, caractérisée par une profondeur de 10 à 20 m, un fort apport d'eau douce et un écosystème différent de l'autre portion du fleuve Saint-Laurent.

Golder Associates (2005) a constaté que la qualité de l'eau dans la région de Cacouna semblait être typique de la qualité de l'eau dans l'estuaire moyen du fleuve Saint-Laurent. Les variations saisonnières de la salinité se produisent dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent en raison des changements du débit entrant de l'eau douce. La salinité du fleuve Saint-Laurent près de Gros-Cacouna est influencée par l'afflux d'eau douce en provenance de la rivière Saguenay, située à environ 25 km en aval de la zone d'étude. Les niveaux du total des solides en suspension (TSS) varient de façon naturelle dans les environnements marins côtiers, les niveaux les plus faibles se produisant dans des conditions calmes et augmentant durant les périodes de fortes pluies alors que le vent et la pluie mélangent la colonne d'eau (Birch et O'Hea, 2007).

L'étude sur le terrain de 2013 comprenait le profilage de la colonne d'eau et l'échantillonnage ponctuel d'eau, permettant l'analyse des paramètres suivants : RCap (analyse chimique rapide), série de 30 paramètres de chimie générale; TSS; chlorophylle *a*; nutriments (y compris la quantité totale de phosphore, d'orthophosphate et de nitrate); silice réactive; total de l'azote dosé par la méthode de Kjeldahl; ammoniac; métaux et mercure totaux; hydrocarbures pétroliers (BTEX et gamme de carburants et de lubrifiants aux hydrocarbures); et HAP.

Dix sites ont été ciblés pour l'échantillonnage d'eau dans la ZEL, et à l'intérieur et aux alentours de la ZDP, et un total de 17 échantillons d'eau ont été recueillis.

Aucun des paramètres analysés n'a dépassé les Recommandations canadiennes pour la qualité de l'eau pour exposition brève du Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) ou les Critères québécois de qualité des eaux de surface de toxicité global aiguë. Cependant, les Recommandations canadiennes pour la qualité de l'eau pour exposition longue et les Critères québécois de qualité des eaux de surface de toxicité globale chronique ont été dépassés pour certains paramètres. Parmi les 17 échantillons d'eau analysés pour la présence d'hydrocarbures pétroliers (C10-C50), un échantillon pris à proximité des côtes (170 µg/l) dans environ 7 m d'eau a dépassé les critères de qualité de l'eau du Québec concernant les effets chroniques (10 µg/l). Les 17 échantillons d'eau (variant de 2,76 à 3,79 µg/l)

ont dépassé les critères de qualité de l'eau du Québec concernant les effets chroniques pour le bore (1 µg/l).

Les résultats complets et les analyses des programmes d'échantillonnage d'eau de 2013 et de 2014 seront présentés dans le RDT.

QUALITÉ DES SÉDIMENTS

Les principaux facteurs physiques influençant la présence ou l'absence des organismes benthiques dans les estuaires et la région de transition estuarienne du Saint-Laurent sont la salinité et les caractéristiques des sédiments (Dufour et Ouellet, 2007). Ces facteurs sont en grande partie régis par les conditions hydrodynamiques. Les forts courants ont fait dériver certains types de sédiments dans la région et, en raison des activités de dragage et de remplissage, les communautés benthiques de cette région sont aussi affectées par l'instabilité des sédiments.

L'étude sur le terrain de 2013 comprenait la cueillette de 18 échantillons ponctuels de sédiments à 25 emplacements. Les échantillons ont été analysés relativement aux paramètres suivants : carbone organique total (COT); biphényles polychlorés (BPC); calibre du grain de particule; métaux et mercure totaux; hydrocarbures pétroliers (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes [BTEX] et gamme de carburants et de lubrifiants aux hydrocarbures); dioxines et furanes; hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et pesticides organochlorés. Aucun des paramètres analysés n'a dépassé les directives de la Politique provinciale 1 du MDDEFP ou de l'Annexe II du Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains, ou encore l'Annexe II du Règlement sur l'immersion en mer (IEM) de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE). Toutefois, le seuil de détection pouvant être signalé par le laboratoire d'analyse était plus élevé que les limites recommandées pour les concentrations seuil produisant un effet (CSE) et les concentrations produisant un effet probable (CEP) des Critères d'évaluation de la qualité des sédiments au Québec. Par exemple, chacun des 18 échantillons analysés pour déterminer le contenu d'acénaphthène en contenait moins de 0,1 mg/kg, ce qui dépasse la CSE du Québec (0,0067 mg/kg) et les recommandations en matière de CEP (0,089 mg/kg). C'est également le cas pour le pesticide Lindane, pour lequel le seuil de détection à l'analyse était plus élevé que la valeur recommandée.

Les résultats complets et les analyses des programmes d'échantillonnage de sédiments de 2013 et de 2014 seront présentés dans le RDT.

PLANCTON

Le phytoplancton et le zooplancton jouent un rôle important dans l'écosystème pélagique à titre de nourriture pour les mammifères marins, les oiseaux marins et les poissons, et à titre de prédateurs pour les copépodes ou les larves de poisson. Le macrozooplancton contribue largement à la biomasse du plancton dans le système marin du Saint-Laurent, formant de 10 à 20 % de la biomasse totale du zooplancton (Harvey et Devine, 2007).

Dufour et Ouellet (2007) ont conclu que dans l'estuaire moyen turbide du Saint-Laurent, les principales espèces de zooplancton étaient de petits calanoïdes des genres *Eurytemora* et *Acartia*, qui constituent presque les deux tiers de la majorité des échantillons. Deux espèces parfois considérées comme

épibenthiques, l'harpaticoïde *Ectinosoma curticorne* et le mysidacé *Neomysis Americana*, sont couramment capturées dans les prélèvements effectués près de la surface en raison soit de migrations verticales, soit de remontées d'eau (Dufour et Ouellet, 2007). Parmi les espèces autres que les copépodes, *Neomysis americana* est, en raison de sa taille, une composante importante de la biomasse de l'estuaire moyen. Cette espèce omnivore semble bien se porter dans les estuaires turbides. La présence de plusieurs petits cnidaires (méduses), tels que *Sarsia tubulosa*, *Leuckartia octona*, *Rathkeia octopunctata*, et *Euphysa aurita*, a été enregistrée dans d'autres régions estuariennes, mais rarement dans le golfe (Dufour et Ouellet, 2007).

Les échantillons de zooplancton recueillis en novembre 2013 révélèrent principalement la présence de copépodes de la surface à la mi-profondeur aux emplacements à proximité et au large des côtes du terminal maritime de Cacouna; la présence d'œufs et de larves de poisson n'a pas été décelée dans ces échantillons. Le copépode le plus présent était *Acartia longiremis*, un petit copépode de moins de 2 mm plus abondant au large des côtes. Des copépodes de plus grande taille, plus de 2 mm, étaient également présents (*Calanus finmarchicus*), mais dans une concentration beaucoup plus faible pour les emplacements à proximité et au large des côtes. Les résultats des autres analyses saisonnières de zooplancton qui seront effectuées en 2014 seront présentés dans le RDT.

10.2.2.4 Habitat benthique

Golder Associates (2005) a mené une caractérisation benthique dans le cadre de l'établissement des conditions de base du terminal de GNL d'Énergie Cacouna. Le substrat a été soumis à une évaluation visuelle par des plongeurs autonomes au lieu proposé pour le terminal de GNL dans le fleuve Saint-Laurent et à proximité du port de Gros-Cacouna. L'étude de Golder chevauche des portions de l'emplacement du terminal maritime Énergie Est de Cacouna pour le projet. L'étude a relevé six types de substrats : rochers, cailloux, gravier, sable, limon et argile. La zone intertidale de cet emplacement est formée de rochers sur un fond rocheux, caractérisée par d'importantes variations quotidiennes et saisonnières de température et de salinité et une exposition aux périodes normales de séchage pendant la marée basse. Les zones intertidales rocheuses du Saint-Laurent sont souvent raclées par la glace pendant la débâcle, y compris la zone intertidale du terminal maritime de Cacouna, et sont généralement caractérisées par d'importantes variations quotidiennes et saisonnières des conditions physicochimiques (Gagnon, 1998). La zone du projet ne contient aucune zone intertidale sablonneuse ou composée de sédiments meubles.

La zone subtidale n'est pas exposée pendant le mouvement des marées. Le substrat de la zone du terminal maritime de Cacouna est caractérisé par une grande quantité d'argile, qui augmente en profondeur. La lumière ne pénètre pas à plus de quelques mètres de la colonne d'eau en raison de la turbidité élevée attribuable au transport important de matières en suspension par le fleuve (Golder Associates, 2005).

Peu d'études ont été menées sur la faune benthique présente entre le secteur de l'île aux Coudres et l'embouchure de la rivière Saguenay. Dans l'estuaire maritime, comme dans le golfe du Saint-Laurent, la nature du substrat, les mouvements des marées et la profondeur de l'eau jouent un rôle déterminant dans la composition de la faune littorale. Étant donné que la salinité est relativement homogène dans l'estuaire maritime, ce facteur physique a peu d'impact sur la distribution des communautés benthiques.

On peut néanmoins observer localement l'influence de la salinité, particulièrement aux embouchures des rivières, où l'afflux d'eau douce est considérable (Dufour et Ouellet, 2007).

La jetée du terminal maritime de Cacouna, à la limite supérieure de la frontière de l'estuaire maritime, est une zone importante pour les invertébrés benthiques. Les crustacés forment l'un des groupements d'invertébrés benthiques du golfe les plus importants, principalement en raison de leur valeur économique. Ils peuvent généralement être divisés entre les groupes suivants :

- grands crustacés, tels que :
 - homard (*Homarus americanus*)
 - crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*)
 - crabe commun (*Cancer irroratus*)
 - crabe-araignée et le crabe-violon (*Hyas araneus* et *H. coarctatus*)
- le bernard l'ermite (*Pagurus sp.*)
- crevettes, y compris :
 - crevette nordique (*Pandalus borealis*) (espèce commerciale)
 - crevette ésope (*Pandalus montagui*) (espèce commerciale)
 - crevette de sable (*Crangon septemspinosa*) (espèce non commerciale). (Dufour et Ouellet, 2007)

Des échantillons d'invertébrés benthiques ont été recueillis à dix stations dans la ZDP proposée de Cacouna à la fin novembre 2013. La profondeur d'eau de ces stations variait de 6 à 29 m. Les substrats étaient généralement composés d'argile et de sable fin avec des débris et du gravier. La majorité des stations présentait une densité variant entre 700 et 1 500 organismes/m². La station la plus profonde, dont l'échantillon a été pris à une profondeur de 29 m et au large des côtes du terminal maritime, présentait une densité de 4 120 organismes/m² et était dominée par le polychète tubifère *Melinna cristata*. La dominance de quelques taxons dans une communauté benthique indique souvent les effets du stress; toutefois, l'abondance dans ces études reflète probablement un environnement plus constant et profond avec des sédiments plus stables ayant permis à un grand nombre de ces organismes constructeurs de tubes de prospérer.

La zone d'échantillons du terminal maritime de Cacouna ne contenait pas de gravier et présentait une diversité et une richesse de taxons moindres que les zones au large des côtes. Les communautés dans la zone du terminal étaient dominées par *Capitella capitata* et les Cirratulids, lesquels sont souvent associés au stress de la pollution et à la surcharge en nutriments. Les communautés benthiques de la plupart des stations étaient dominées en nombre par les annélides (principalement les polychètes); toutefois, un gradient en fonction de la profondeur/distance du rivage était évident. Les stations à proximité du rivage et dans le port étaient dominées par les colonies d'hydrozoaires; les stations intermédiaires étaient formées principalement d'annélides; et les stations les plus profondes/éloignées des côtes présentaient une plus grande prévalence de crustacés (principalement des ostracodes, des amphipodes, des isopodes, des tanaidacés et des cumacés) ainsi que des foraminifères, des nématodes, des brachiopodes, des némertes, des sipunculien, des bryozoaires, des hydrozoaires et des tuniciers.

L'analyse des groupes fonctionnels d'alimentation a indiqué que les communautés benthiques de la zone d'étude étaient dominées par des organismes limivores et des suspensivores. Les communautés à proximité du rivage étaient formées d'organismes limivores de 93 à 96 %, suggérant un habitat et des ressources nutritives moins complexes dans ces sites. Les communautés en eau plus profonde présentaient également des proportions élevées d'organismes limivores (de 71 à 87 %); toutefois, ces sites comprenaient également un plus grande proportion de suspensivores (de 4 à 19 %), de brouteurs (de 2 à 6 %) et de prédateurs (de 3,5 à 11 %), suggérant que les habitats et les ressources nutritives étaient suffisamment complexes et stables pour soutenir une variété de stratégies d'alimentation.

Des relevés vidéo de la zone subtidale ont été amorcés à l'automne 2013 dans la ZDP de Cacouna; toutefois, l'état défavorable de la mer a restreint la collecte de données benthiques à ce moment. D'autres relevés vidéo, ainsi que des études intertidales et des études d'échantillons benthiques seront effectués en 2014 afin d'augmenter la caractérisation des habitats à proximité des côtes dans l'empreinte du terminal maritime de Cacouna. Les résultats de ces études et de ces relevés seront inclus dans le RDT du poisson marin et de son habitat.

PLANTES MARINES

La macroflore contribue à la production primaire dans les étendues d'eau libre et dans les environnements à proximité des côtes. Les zones côtières de l'est du Canada sont largement dominées en grande partie par un certain nombre de groupes d'algues brunes; toutefois, dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, le nombre relatif d'algues brunes diminue graduellement du nord au sud, alors que le nombre d'algues vertes et rouges augmente (Chabot et Rossignol, 2003). Le nombre de taxons diminue proportionnellement à la baisse de salinité de l'eau, à l'exception des algues vertes, qui sont plus tolérantes à une faible salinité (Dufour et Ouellet, 2007). La répartition des algues dans l'estuaire du Saint-Laurent est typique des communautés subarctiques d'eau froide (Cardinal 1990). L'étendue et la présence d'espèces dans les différentes zones varient selon le profil de la pente et la présence de facteurs environnementaux qui limitent le développement des oursins. (Dufour et Ouellet, 2007).

Des variétés de fucus vésiculeux (*Fucus vesiculosus*) sont les espèces dominantes à l'emplacement du terminal maritime de Cacouna, où les algues sont absentes à une profondeur supérieure à 7 m. L'atténuation de la lumière et les substrats fins sont probablement des facteurs importants liés à cette absence. Les substrats fins limitent également les possibilités de fixation des algues (Golder Associates, 2005).

La macroflore marine sera caractérisée et étudiée dans le cadre de relevés vidéo sous-marins de l'habitat benthique menés en 2014, et dont les résultats seront inclus dans le RDT.

10.2.2.5 Aires vulnérables et protégées

Les aires vulnérables et protégées fédérales et provinciales ci-dessous, qui sont situées dans les zones d'études du terminal maritime de Cacouna sont illustrées à la figure 10-1.

AIRES PROTÉGÉES FÉDÉRALES

L'estuaire et le golfe du Saint-Laurent (EGSL) est l'une des cinq zones étendues de gestion des océans (ZEGO) prioritaires sélectionnées pour la mise en œuvre du Cadre de gestion intégré par le MPO. Dix zones d'importance écologique et biologique (ZIEB) et cinq sites d'intérêt (SI) pour les aires marines protégées (AMP) ont été relevés dans le golfe du Saint-Laurent (Dutil *et al.*, 2012). Deux ZIEB sont situées dans la ZER : la ZIEB de l'estuaire maritime et la ZIEB de l'ouest de l'île d'Anticosti. La ZIEB de l'estuaire maritime est également partiellement située dans la ZEL. Une aire marine protégée (AMP), le SI de l'estuaire du Saint-Laurent, est également proposée dans la ZEL, tandis que l'AMP proposée pour la péninsule de Manicouagan est située dans la ZER.

ZIEB DE L'ESTUAIRE MARITIME

La ZIEB de l'estuaire maritime couvre 9 046 km² et est caractérisée par une circulation estuarienne des eaux et par la présence du chenal Laurentien, qui traverse la zone sur toute sa longueur. Le chenal atteint des profondeurs de l'ordre de 300 m (Bourgeois et Dufour, 2007).

Une forte production de phytoplancton (générée par les remontées d'eau riches en éléments nutritifs) est généralement perçue à partir de juin; cette productivité se déplace en aval de l'estuaire jusqu'en août. Ces eaux riches supportent également une forte production primaire dans le nord-ouest et le sud du golfe. On y voit aussi une forte production de zooplancton en été et en automne, et une forte accumulation de biomasse en automne et en l'hiver. C'est une zone d'accumulation importante durant l'hiver en eaux profondes pour le mésozooplancton (animaux >1 mm) et potentiellement pour le macrozooplancton (animaux entre 10 et 40 mm) dans l'ensemble du golfe (Bourgeois et Dufour, 2007).

La ZIEB de l'estuaire maritime est une aire de concentration élevée de juvéniles de turbot, de plie grise et de raie épineuse. On y trouve également des biomasses élevées de mammifères marins toute l'année, et cette zone est particulièrement importante pour le béluga du Saint-Laurent (*Delphinapterus leucas*), qui y passe toute sa vie (Bourgeois et Dufour, 2007).

ZIEB DE L'OUEST DE L'ÎLE D'ANTICOSTI

La ZIEB de l'ouest de l'île d'Anticosti a une superficie de 3 822 km² et est une aire importante de mélange vertical (nord-ouest du golfe) et d'accumulation du phytoplancton et du zooplancton causé par la Gyre et le courant de Gaspé. Elle est également importante pour la reproduction, le recrutement et le maintien du mésozooplancton dans le nord-ouest du golfe et du bas estuaire (Bourgeois et Dufour, 2007).

La région de l'île d'Anticosti est remarquable pour ses grandes densités d'œufs et de larves de poisson (particulièrement les œufs de morue et de plie rouge et les larves de lançon et de stichée arctique) et de crustacés décapodes. Cette ZIEB fait partie d'une zone importante (détroit de Jacques-Cartier) pour deux espèces de crevettes (*Lebbeus groenlandicus* et *L. microceros*) et une sous-espèce de crevette (*Eualus gaimardii betcheri*) peu répandue. D'autres espèces marines sont présentes dans cette région, notamment le pétoncle d'Islande et quelques espèces plus ou moins répandues dans le golfe, y compris les oursins verts, le concombre de mer, les éponges, les méduses, la sépiole (sépiole calamarette), l'étoile de mer, les gorgonocéphales, les ophiures et les bernards l'ermite (Bourgeois et Dufour, 2007).

SITE D'INTÉRÊT (SI) DE L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT

Le SI de l'estuaire du Saint-Laurent chevauche la ZDP et la ZEL. Cette AMP proposée est d'environ 6 000 km². Bien qu'il se situe à l'extérieur de la ZDP, le parc marin du Saguenay — Saint-Laurent est dans les limites de la ZEL. L'objectif de cette AMP proposée est d'assurer, dans l'estuaire du Saint-Laurent, la conservation et la protection à long terme des mammifères marins qui y vivent à l'année (béluga et phoque commun) ou y transitent (rorqual bleu), de leurs habitats et de leurs ressources alimentaires (MPO, 2012b).

La rencontre des eaux de l'estuaire du Saint-Laurent avec celles du fjord du Saguenay engendre des phénomènes océanographiques exceptionnels favorisant une grande biodiversité. En raison des caractéristiques physiques et biologiques du moyen estuaire du Saint-Laurent, les gouvernements fédéral et provincial envisagent l'expansion du parc marin jusqu'à la rive sud du Saint-Laurent.

Le suivi hebdomadaire des proies par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) dans le parc marin du Saguenay — Saint-Laurent donne de l'information sur la répartition et l'abondance des poissons pélagiques comme le capelan et le hareng, mais uniquement à proximité de l'AMP (Provencher *et al.*, 2012).

Les poissons diadromes sont suivis par le MFFP et le Réseau d'inventaire des poissons de l'estuaire (RIPE) dans l'estuaire moyen. Le MFFP assure également le suivi de l'abondance de l'anguille argentée, le suivi des débarquements d'esturgeon et le suivi des saumons dans les rivières. Ces suivis permettent d'obtenir une image de la fluctuation de l'abondance de plusieurs espèces côtières; cependant, la rive nord de l'estuaire moyen et de l'estuaire maritime est très peu suivie (Provencher *et al.*, 2012).

PÉNINSULE DE MANICOUAGAN

L'AMP proposée dans la péninsule de Manicouagan est située sur la rive nord de l'estuaire du Saint-Laurent, immédiatement à l'ouest de la ville de Baie-Comeau. L'AMP proposée comprend le secteur marin côtier entourant la péninsule de Manicouagan, entre la rivière Manicouagan et la rivière Betsiamites. L'aire s'étend aux eaux adjacentes jusqu'à une profondeur de 300 m dans le chenal Laurentien et a une superficie d'environ 700 km². Le but de l'AMP proposée est de conserver, de protéger et de mieux comprendre les écosystèmes estuariens et marins dans la péninsule qui sont parmi les plus riches en biodiversité et en productivité dans le Saint-Laurent (MPO, 2013d).

AIRES PROTÉGÉES PROVINCIALES

RÉSERVE AQUATIQUE PROPOSÉE DE MANICOUAGAN

La réserve aquatique proposée de Manicouagan correspond à l'aire proposée à titre d'AMP (péninsule de Manicouagan). La réserve aquatique proposée se situe à l'intérieur de la Réserve mondiale de la biosphère Manicouagan-Uapishka (Gouvernement du Québec, 2013a).

La réserve aquatique proposée a pour principaux objectifs de préserver une zone estuarienne et marine d'une grande valeur écologique, de mettre en valeur le patrimoine naturel et culturel et de faire participer les communautés locales à la gestion du site. L'aire englobe un ensemble d'habitats riches et diversifiés, notamment les estuaires de trois rivières (Manicouagan, aux Outardes et Betsiamites), des marais salés,

des battures sablonneuses, des herbiers de zostère, des îles et des fonds marins (Gouvernement du Québec, 2013a).

Les estuaires des trois rivières et les battures abritent des frayères de capelan. Le frai du lançon a par ailleurs été observé sur les battures de Pointe-Paradis, dans l'estuaire de la rivière Manicouagan. Ces espèces constituent une part importante des ressources alimentaires de plusieurs oiseaux, poissons et mammifères marins, dont les baleines et les phoques. Une frayère d'éperlan arc-en-ciel est également connue dans la rivière aux Outardes, et plusieurs autres sont soupçonnées dans la région. Aux alentours des estuaires Manicouagan et aux Outardes, il pourrait aussi y avoir une frayère de hareng atlantique (Gouvernement du Québec, 2013a).

La rivière Betsiamites est une rivière à saumon importante. Elle constitue également une importante frayère pour la lamproie marine. Son bassin versant représente un secteur important pour la croissance des juvéniles d'anguille d'Amérique. Des frayères à esturgeon pourraient exister dans l'aire protégée, car cette espèce était autrefois pêchée à cet endroit, et les débarquements se faisaient à Pointe-aux-Outardes (Gouvernement du Québec, 2013a).

La réserve aquatique proposée bénéficie d'une protection temporaire qui devrait prendre fin en novembre 2017 (MDDEFP, 2014d).

RÉSERVE DE BIODIVERSITÉ PROPOSÉE DE L'ÎLE-AUX-LIÈVRES

L'île aux Lièvres est située dans le haut estuaire du Saint-Laurent, à la hauteur de Saint-Siméon, au nord, et de Rivière-du-Loup, au sud. Elle se trouve à environ 8 km des deux rives. L'île est d'une longueur de 13 km et d'une largeur d'au plus 1,6 km, avec une superficie totale de 8,5 km². Il s'agit de la plus grande île non habitée du Saint-Laurent (Gouvernement du Québec, 2013b).

La passe située au sud-ouest de l'île aux Lièvres serait fréquentée par le hareng de l'Atlantique durant la période du frai ainsi que par des espèces de poissons fourragères comme le capelan et le lançon (Gouvernement du Québec, 2013a).

La réserve de biodiversité projetée bénéficie d'une protection temporaire qui devrait prendre fin en octobre 2017 (MDDEFP, 2014e).

RÉSERVE NATURELLE DE L'ÎLE-AUX-POMMES

La réserve naturelle de l'Île-aux-Pommes est située sur des terres privées dans l'estuaire du Saint-Laurent, à environ 5 km de sa rive sud, à la hauteur de la municipalité de Saint-Éloi. Elle consiste en un archipel de six îles. Cette aire protégée de 24 ha se trouve dans la municipalité de L'Isle-Verte. L'archipel est une aire de repos et d'alimentation pour la sauvagine et les oiseaux de proie en période de migration (MDDEFP 2014b).

ZOSTÈRE

La zostère marine (*Zostera marina*) remplit les critères d'espèce d'importance écologique (EIE) dans le golfe du Saint-Laurent et ailleurs dans son aire de répartition (MPO 2009). La répartition spatiale de la

zostère marine dans les écosystèmes côtiers est le résultat d'une combinaison de facteurs biotiques et abiotiques, comme la dessiccation, la température, la salinité et le mouvement de l'eau.

Les herbiers de zostère marine présents dans l'estuaire sont considérés comme cruciaux pour l'écosystème du Saint-Laurent en raison de leur productivité primaire élevée et parce qu'ils sont un élément clé de la chaîne alimentaire côtière (Dufour et Ouellet, 2007). Les herbiers de zostère marine constituent des aires de croissance importantes pour une variété d'espèces. Les pousses en surface servent à nourrir les alevins de nombreux grands poissons (p. ex., la plie, le poulamon atlantique, le hareng et le chabot) et de plus petits poissons et à les abriter des prédateurs (Dufour et Ouellet, 2007). Les herbiers de zostères marines constituent également un milieu où les espèces peuvent se fixer, une possibilité rare sur les fonds sableux. Ils fournissent également un substrat pour la ponte à un certain nombre d'espèces, comme le hareng (Dufour et Ouellet, 2007). Ils fournissent également habitat et nourriture à un grand nombre d'espèces animales et d'organismes épiphytes. On sait aussi que les zostères marines modifient la structure du sol de leurs habitats et ralentissent l'érosion des berges en réduisant la vitesse des courants et des vagues, en augmentant la sédimentation des particules en suspension et en contribuant à stabiliser le sol grâce à leurs rhizomes et à leurs racines (Dufour et Ouellet, 2007).

Les herbiers de zostère marine sont présents dans l'estuaire du Saint-Laurent, mais leur répartition varie du cours supérieur au cours inférieur. Dans l'estuaire maritime, les herbiers de zostère marine sont répandus jusqu'à l'île aux Coudres et à Rivière-Ouelle et ils sont moins abondants dans l'estuaire moyen. Le plus grand herbier de zostère marine se trouve dans la baie de Cascapédia, près de Gaspé (Dufour et Ouellet, 2007).

Dans la ZEL du terminal maritime de Cacouna à environ 17 km en aval, se trouve un herbier de zostère marine relativement étendu (approximativement 962 ha) situé dans l'estuaire maritime, entre l'île Verte à son extrémité aval et la rive sud (Martel *et al.*, 2009). L'herbier de zostère marine tire parti de l'environnement protecteur créé par l'île Verte et est décrit davantage ci-après sous le nom d'« herbier de zostère marine de Cacouna », l'une des régions vulnérables de l'estuaire du Saint-Laurent.

Nellis *et al.* (2012) ont présenté un rapport sur les herbiers de zostère marine suivis annuellement dans quatre emplacements du Québec entre 2005 et 2010, y compris dans la baie de Rimouski. En 2008, l'herbier de zostère de Cacouna-Sud (Cacouna) a été inclus dans l'étude, réalisée en collaboration avec le Collège d'enseignement général et professionnel (Cégep) de La Pocatière, et échantillonné en septembre aux fins d'étude des variables liées au poisson, et les pousses ont été échantillonnées par le MPO en juin et en septembre 2009 et 2010.

Pendant les études de la zostère marine, au moins 13 espèces de poisson ont été identifiées dans l'herbier de Cacouna et aucune différence interannuelle n'a été relevée dans la taille des catégories d'espèces ni selon l'engin de pêche utilisé, soit la senne ou le verveux (Nellis *et al.*, 2012). Les épinoches à trois épines adultes et juvéniles (*Gasterosteus* sp.) semblent utiliser les herbiers de zostère marine pour la reproduction en juin et pour la croissance en septembre. Une preuve visuelle (mâles affichant les couleurs de reproduction, femelles gravides) a confirmé que les adultes utilisaient les herbiers comme sites de reproduction en juin. Les adultes de cette espèce sont fréquemment aperçus dans les herbiers de zostère marine, où ils font leur nid à partir des débris végétaux, particulièrement les feuilles du genre *Zostera* (Scott et Scott, 1988; Polte et Asmus, 2006). Entre 2009 et 2010, d'autres espèces de poisson

ont été pêchées au moyen de sennes dans l'herbier de zostère marine à Cacouna, notamment l'éperlan arc-en-ciel, la plie lisse (*Liopsetta putnami*) et l'épinoche à neuf épines (*Pungitius pungitius*) (Nellis *et al.*, 2012).

Cinquante pour cent des individus d'éperlan arc-en-ciel capturés dans l'herbier de zostère marine de Cacouna à l'automne 2008 et 2010 atteignaient une taille maximale de 120 mm. Cela correspond à la taille des mâles adultes dans la population du sud de l'estuaire. En septembre 2009, plus de 75 % des individus capturés à Cacouna avaient une taille supérieure à 125 mm. Selon ces résultats, on peut avancer qu'une proportion élevée de juvéniles, provenant des frayères à proximité, utilisent les herbiers de zostère marine de Rimouski et de Sept-Îles comme sites de croissance et d'alimentation. Les juvéniles et les adultes semblent utiliser les habitats des sites de Penouille et de Cacouna dans les mêmes proportions (Nellis *et al.*, 2012).

10.2.2.6 Espèces de poissons

Les eaux marines du golfe du Saint-Laurent abritent une variété de poissons marins et d'espèces de mollusques et de crustacés, grâce à la présence d'eaux tempérées et productives l'été, suivies par des eaux froides et couvertes de glace l'hiver. La ZDP et la ZEL du terminal maritime de Cacouna font partie de la zone 4Tp de l'OPANO, et la ZER s'étend dans les zones 4Tq, 4Sz, 4Si et 4To de l'OPANO (MPO, 2004).

Scallon-Chouinard *et al.* (2007) ont procédé à un examen des données sur les espèces de poisson qui habitent l'estuaire maritime du Saint-Laurent. L'étude dresse une liste exhaustive des espèces de poissons signalées dans la région selon trois sources d'information : principalement des publications et rapports; base de données du programme des observateurs en mer du MPO (débarquements commerciaux de 1991 à 2005); et relevé annuel d'évaluation de l'abondance des poissons de fond et de la crevette nordique dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent (MPO; 1978 à 2003).

Dutil *et al.* (2009) ont procédé à un relevé exhaustif des poissons présents dans le bas Saguenay, l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent à l'aide de chaluts benthiques. Les poissons les plus abondants parmi les échantillons des 86 espèces prélevés étaient le capelan, le sébaste acadien et le sébaste atlantique, lesquels composaient 71 % de toutes les espèces capturées. Les poissons pélagiques et estuariens étaient mal représentés dans le relevé, les fonds rocheux ou escarpés n'étant généralement pas chalutables.

Depuis 2009, le Réseau d'inventaire des poissons de l'estuaire (RIPE) évalue annuellement les communautés de poissons du haut estuaire du Saint-Laurent (OGSL, 2014). Quatre stations (nasses à anguilles) sont situées entre Québec et Rivière-du-Loup, dont deux dans la ZEL (Rivière-Ouelle et Saint-Irénée). Les inventaires sont effectués à l'aide de nasses à anguilles installées dans la zone intertidale entre les mois de mai et de novembre. Les résultats indiquent la capture d'un total de 36 espèces dans les stations de la ZEL (OGSL, 2014). Le poulamon atlantique (*Microgadus tomcod*), l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) et le hareng atlantique (*Clupea harengus*) font partie des espèces les plus abondantes prises dans la ZEL (Bourget 2011; Bourget *et al.*, 2012).

Le tableau 10-2 dresse la liste des ESP susceptibles d'être présentes dans la ZER, avec leur statut.

Tableau 10-2 Espèces de poissons à statut particulier potentiellement présentes dans la ZER

Nom commun et nom d'espèce	Statut LEP	Statut COSEPAC	Statut provincial
Sébaste acadien (population de l'Atlantique) (<i>Sebastes fasciatus</i>)	Aucun statut, consultations aux fins d'inscription en cours	Menacée	Aucun statut
Anguille d'Amérique (<i>Anguilla rostrata</i>)	Aucun statut	Menacée	Susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable
Plie canadienne (<i>Hippoglossoides platessoides</i>)	Aucun statut, consultations aux fins d'inscription en cours	Menacée	Aucun statut
Alose savoureuse (<i>Alosa sapidissima</i>)	Aucun statut	Aucun statut	Vulnérable
Morue franche (population sud-laurentienne) (<i>Gadus morhua</i>)	Aucun statut, consultations aux fins d'inscription en cours	En voie de disparition	Susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable (population nord-laurentienne)
Saumon atlantique (population de l'intérieur du Saint-Laurent) (<i>Salmo salar</i>)	Aucun statut	Préoccupante	Aucun statut
Esturgeon noir (<i>Acipenser oxyrinchus</i>)	Aucun statut	Menacée	Susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable
Loup atlantique (<i>Anarhichas lupus</i>)	Préoccupante	Préoccupante	Susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable
Sébaste atlantique (population du golfe du Saint-Laurent et du chenal Laurentien) (<i>Sebastes mentella</i>)	Aucun statut, consultations aux fins d'inscription en cours	En voie de disparition	Aucun statut
Éperlan arc-en-ciel (<i>Osmerus mordax</i>)	Aucun statut	Aucun statut	Vulnérable
Raie à queue de velours (population Laurentienne) (<i>Malacoraja senta</i>)	Aucun statut	Préoccupante	Aucun statut
Bar rayé (<i>Morone saxatilis</i>)	Disparue du pays (Annexe 1) (population de l'estuaire du Saint-Laurent : 2004)	En voie de disparition (population réintroduite du fleuve Saint-Laurent : 2012)	Aucun statut
Raie épineuse (<i>Amblyraja raidata</i>)	Aucun statut	Préoccupante	Aucun statut

10.2.3 Espèces indicatrices clés pour le poisson marin et son habitat

Afin d'orienter l'évaluation, certaines espèces marines ont été choisies à titre d'indicateurs clés afin de représenter les effets sur les poissons marins et l'habitat du poisson. Les espèces indicatrices clés dans la province du Québec sont choisies en fonction de leur importance relative (c.-à-d., protégées par la loi, à statut particulier) ou en raison de leur sensibilité aux effets potentiels du projet. En ce qui a trait aux effets potentiels sur les poissons marins et l'habitat du poisson, les deux groupes d'indicateurs clés suivants ont été choisis : les espèces de poissons associées aux pêches commerciales, récréatives ou autochtones (CRA) et les espèces de poissons marins à statut particulier (incluant les EP).

- Espèces de poissons associées aux pêches CRA – Choisies comme groupe indicateur, car de nombreuses espèces ciblées par les pêches CRA se retrouvent dans la ZER. Ces espèces sont de plus protégées par les lois et la réglementation fédérales et ont une importance sur le plan socio-économique. Les pêches CRA sont définies par la Loi sur les pêches comme suit :
 - **Les pêches commerciales** comprennent les espèces de poissons prélevées sous le régime d'un permis en vue de la vente.
 - **Les pêches récréatives** comprennent les espèces de poissons ciblées par les pêcheurs sportifs à des fins sportives ou personnelles, ainsi que les espèces de poissons communs et fourragères qui soutiennent cette pêche.
 - **Les pêches autochtones** comprennent les espèces prélevées par les groupes autochtones à des fins de consommation personnelle ou à des fins sociales ou cérémoniales. En l'absence de renseignements précis concernant les pêches autochtones dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, dans le cadre de ce Projet, les pêches autochtones englobent toutes les espèces de poissons, y compris celles qui sont prélevées à des fins récréatives et commerciales, ainsi que celles qui soutiennent ces pêches.
- Espèces de poissons marins à statut particulier, incluant les EP – Il s'agit d'un indicateur en raison de leur protection par les lois et règlements fédéraux et provinciaux. La portée de cet indicateur comprend la faune marine (c.-à-d., les poissons et invertébrés) désignée par le gouvernement fédéral comme étant en péril en vertu de la LEP ou désignée au Québec en vertu de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune et de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables.

Après l'examen des espèces commerciales et à statut particulier au Québec, les espèces suivantes, associées aux pêches CRA ou à statut particulier servant d'indicateur, ont été choisies pour orienter le reste de l'évaluation sur le poisson et l'habitat du poisson au Québec en raison de leur présence potentielle dans la ZEL marine du projet :

- oursin vert,
- hareng atlantique,
- capelan,
- alose savoureuse,
- éperlan arc-en-ciel,
- bar rayé (population de l'estuaire du Saint-Laurent).

Les justifications expliquant la sélection de ces espèces indicatrices sont détaillées dans les sections subséquentes.

ESPÈCES DE POISSONS ASSOCIÉES AUX PÊCHES CRA

ESPÈCES ASSOCIÉES À LA PÊCHE COMMERCIALE

Oursin vert

L'aquaculture de l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*), qui est de compétence fédérale, est la seule activité de pêche commerciale comprise dans la ZEL; l'entreprise non autochtone d'aquaculture la plus proche, Caviars RS, exerce ses activités depuis l'Île aux Basques, à environ 35 km au nord de Cacouna. Pour en savoir plus sur la pêche autochtone, consulter la section intitulée « Espèces associées à la pêche autochtone », plus loin. Au cours des dernières années, cette pratique s'est développée dans les régions du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie dans le cadre d'un programme expérimental de pêche (MPO, 2013a). Les oursins sont habituellement récoltés par des plongeurs et prélevés pour leurs glandes sexuelles (gonades), populaires sur le marché asiatique.

On retrouve l'oursin vert de la zone intertidale jusqu'à une profondeur de 200 m, mais il est particulièrement abondant de 0 à 10 m de profondeur, habituellement sur des substrats durs ou rocheux. La reproduction a lieu au début du printemps, ce qui coïncide avec la période de prolifération printanière du phytoplancton (MPO, 2000). Lors du frai, qui survient en mai ou en juin dans l'estuaire du Saint-Laurent, le poids des gonades diminue à moins de 10 % du poids total de l'oursin et demeure peu élevé durant tout l'été. La valeur commerciale de l'oursin diminue durant cette période. Cependant, à l'automne, le poids des gonades augmente de nouveau, et l'oursin récupère sa valeur commerciale (MPO, 2012a). Les larves sont à l'état planctonique pendant deux à cinq mois après l'éclosion des œufs, avant de se fixer en permanence au fond. L'oursin vert se nourrit principalement d'algues ainsi que d'organismes benthiques et de matière organique en décomposition (MPO, 2000).

Durant l'été 2000, Pelletier et Gauthier (2002) ont répertorié en vidéo la distribution, l'abondance et la structure des tailles de l'oursin vert dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Au total, 28 transects vidéo de profondeurs variant de 0 à 10 m ont été réalisés entre Cacouna et Rimouski. Les oursins étaient présents partout dans la zone étudiée et sur tous les types de substrats, incluant les fonds sablonneux, qui sont les plus abondants dans la zone. La distribution de l'oursin vert était hétérogène, et les densités moyennes relevées variaient entre 0,1 et 44,4 oursins/m². Les plus fortes concentrations d'oursins ont été relevées près de l'extrémité de l'île Verte et à proximité de Trois-Pistoles.

Le MPO (2012a) a rapporté que les débarquements commerciaux d'oursins verts de l'île Verte ont fluctué de 2008 à 2010, tandis que ceux de l'île aux Lièvres ont augmenté de manière significative au cours de la même période, puis ont baissé en 2011 pour revenir à un niveau semblable à celui de 2009. Cette baisse dans le nombre annuel de captures par unité d'effort (CPUE) (mesurées en kg/heure-plongée) de 2007/2008 à 2011 est attribuable en grande partie à un déclin du rendement des plongeurs à l'île aux Lièvres (-48 %) depuis 2008. Le rendement des plongeurs à l'île Verte est variable, mais sans tendance. La taille moyenne de l'oursin débarqué a varié avec les années, mais ne montre aucune tendance en ce qui a trait à la zone ou aux lieux de pêche. (MPO, 2012a).

Hareng atlantique

Les bancs de hareng atlantique (*Clupea harengus* L.) se déplacent entre les aires de reproduction et d'hivernage des zones côtières et les aires d'alimentation en eau libre en suivant des modèles de migration appris des bancs des années antérieures. De grandes quantités d'œufs s'attachent au fond de l'eau près de la côte ou à des feuilles de laminaires. Les larves éclosent après environ 30 jours à 5 °C et après environ 10 jours à 15 °C (Scott et Scott, 1988). Les jeunes individus (jusqu'à deux ans) se rassemblent près des côtes, tandis que les adultes se trouvent plus au large. Les adultes passent la journée dans les eaux plus profondes, mais remontent la nuit en eaux moins profondes, ce qui indique que la lumière est un facteur important pour contrôler leur distribution verticale. Les harengs se nourrissent principalement de copépodes et trouvent leur nourriture grâce au sens de la vue (Blaxter, 1990). Les bancs de harengs atlantique attirent fréquemment des prédateurs comme d'autres poissons, des oiseaux et des mammifères marins, y compris la population menacée de bélugas du Saint-Laurent, dont le hareng représente une des principales sources de nourriture (Holst *et al.*, 2004). Le hareng atlantique peut détecter les fréquences allant jusqu'à au moins 4 kHz (Enger, 1967), mais à un seuil plus élevé qu'à des fréquences plus basses.

Deux populations de harengs atlantique migrent annuellement en remontant l'estuaire du Saint-Laurent pour se reproduire; une le fait au printemps et l'autre à l'automne (Lacoste *et al.*, 2001). Une des principales frayères de la population de hareng se reproduisant au printemps a été localisée au milieu de l'estuaire moyen, à proximité de l'extrémité sud-ouest de l'Île aux Lièvres, par Munro *et al.* (1998), soit à 8 km au large de Rivière-du-Loup, et à environ 10 km de Cacouna, dans la ZEL marine. Comme l'indiquent les concentrations de larves, la population se reproduisant au printemps peut également utiliser d'autres sites situés autour des îles réparties le long de la rive sud de l'estuaire, surtout dans le secteur des îles Les Pèlerins (Lacoste *et al.*, 2001). La population se reproduisant à l'automne migre dans l'estuaire à la fin de l'été en direction des aires de reproduction situées sensiblement dans la même zone, comme l'indique la capture de larves récemment écloses en septembre (Fortier et Gagné, 1990).

Capelan

Le capelan (*Mallotus villosus*) est une espèce importante du point de vue écologique, surtout car il constitue une proie du béluga adulte dans le golfe du Saint-Laurent; lors de sa migration, l'espèce traverse la ZEL marine. Le capelan se nourrit de crustacés planctoniques et forme des bancs dès les premiers stades larvaires, surtout durant la saison de reproduction. La reproduction a lieu de mai à septembre (Jacquaz *et al.*, 1977) sur des plages de sable grossier ou de gravier fin ou juste sous la ligne de marée au Labrador, à Terre-Neuve et dans le golfe du Saint-Laurent, ainsi qu'au fond des hauts-fonds sud-est du Grand Banc. Après une période d'incubation de neuf à vingt-quatre jours, la larve du capelan demeure dans les sédiments pendant environ trois à huit jours avant d'intégrer la colonne d'eau (Scott et Scott, 1988). Les larves de capelan sont des dériveuses passives qui demeurent à proximité de la côte durant les mois d'été, puis deviennent des nageuses actives et rejoignent les eaux profondes à l'automne (Scott et Scott, 1988).

Les adultes se nourrissent de crustacés planctoniques, de copépodes, d'euphausiacés, d'amphipodes, de vers de mer et de petits poissons. Les individus matures se déplacent vers les eaux côtières en grand nombre afin de s'y reproduire. Au printemps, de grands bancs migrent vers les côtes pour s'y reproduire, les mâles arrivant généralement en premier. Les larves venant d'éclore mesurent de 3 à 6 mm et peuvent

atteindre une taille de 2 à 4 cm avant la fin du premier hiver (MPO, 1998). Depuis 1990, la présence du capelan dans les relevés annuels au chalut de fond réalisés par le MPO est plus largement répandue dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Cette augmentation peut s'expliquer par une présence plus répandue du capelan près du fond et/ou par un changement dans l'abondance et/ou la dispersion (MPO, 2013b).

ESPÈCES ASSOCIÉES À LA PÊCHE RÉCRÉATIVE

Les espèces de poissons associées à la pêche récréative présentes dans l'estuaire du Saint-Laurent comprennent le capelan, le maquereau (*Scomber scombrus*), le doré jaune (*Sander vitreus*) et les espèces anadromes et catadromes comme l'anguille d'Amérique, l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) et le saumon atlantique. Au Québec, le MPO est responsable de la gestion de la pêche récréative (sportive) des espèces marines. Le MFFP assure la gestion des espèces anadromes et catadromes récréatives d'eau douce dans les eaux du Québec (rivières et eaux sans marée) ainsi que du saumon et des autres espèces présentes dans les rivières à saumon du Québec (MDDEFP, 2014c). Il n'existe pas d'activités de pêche au saumon (récréative ou non) dans les environs du complexe maritime proposé de Cacouna. Les rivières au saumon les plus proches de Cacouna sont situées au nord, près de Rimouski, et à la rivière du Sud-Ouest ainsi qu'à Rivière-Ouelle (environ 75 km au sud ou en amont du projet proposé).

Québec divise ses territoires de pêche en 29 zones et y interdit en tout temps la pêche récréative du flétan et des espèces répertoriées dans la LEP (loup de mer de l'Atlantique, loup à tête large, loup tacheté). La pêche récréative du requin, du thon et du hareng est également interdite. La pêche récréative du maquereau n'est permise que si on utilise des lignes ou des cannes à pêche dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent. En ce qui concerne la pêche récréative au capelan, tous les engins de pêche sont autorisés, à l'exception du filet piège, de la seine et des engins mobiles (MPO, 2013c).

Le port de Gros-Cacouna est fermé au trafic maritime local; ceci empêche donc les gens de venir récolter des mollusques dans cette zone. Cependant, durant les relevés sur le terrain effectués en 2013, des pêcheurs ont été observés en train de récolter des moules et d'autres mollusques à marée basse.

ESPÈCES ASSOCIÉES À LA PÊCHE AUTOCHTONE

Les Malécites de la Première nation de Viger sont situés à Cacouna, et toutes leurs activités de pêche sont regroupées sous une entreprise de pêche commerciale appelée Les Pêcheries Malécites. L'entreprise de pêche commerciale (EPC) détient des permis de pêche à la crevette nordique et au crabe des neiges, qu'elle récolte au moyen de son crevettier, amarré à Rivière-au-Renard, et de son crabier, amarré dans la ZER, à Rimouski (CDEPNQL, 2010). Un permis a également été délivré à l'entreprise pour la récolte d'oursins verts, activité qui se déroule dans la ZEL. Bien qu'on pêche rarement l'holothurie au Québec, un permis de pêche pour le concombre de mer a été émis pour le printemps et l'automne. L'EPC ne possède pas les bateaux requis pour pêcher l'oursin ou le concombre de mer et travaille donc en collaboration avec d'autres pêcheurs pour récolter ces deux espèces. Les Pêcheries Malécites détiennent également des permis pour la pêche au buccin, au poisson de fond et au turbot (CDEPNQL, 2010).

ESPÈCES À STATUT PARTICULIER

ALOISE SAVOUREUSE

L'alose savoureuse (*Alosa sapidissima*) est une espèce anadrome que l'on retrouve sur la côte de l'Atlantique comme sur la côte du Pacifique de l'Amérique du Nord et qui a été désignée *vulnérable* en 2004 en vertu de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables par le gouvernement du Québec. Les copépodes et les mysidacés sont les principales proies des adultes et des jeunes individus dans les eaux salées et saumâtres (MPO, 1999). Au Québec, l'alose savoureuse traverse l'estuaire du Saint-Laurent et la ZEL durant sa migration afin d'atteindre deux aires de reproduction en eau douce connues, une dans la rivière des Outaouais et une dans la rivière des Prairies (Bilodeau et Massé, 2005). Les larves de l'alose savoureuse mesurent environ 10 mm de long à l'éclosion, sont transparentes et très minces. Elles passent leur premier été en rivière, où elles se nourrissent d'insectes et de crustacés planctoniques. À l'automne, les aloses mesurent entre 7 et 10 cm de long, et une fois que la température de l'eau descend à 15 °C, elles se déplacent en aval et rejoignent la mer (MPO, 2014).

Les données recueillies en 2006 indiquent que l'alose savoureuse se reproduit aussi dans d'autres parties du Saint-Laurent, entre Montréal et l'Île d'Orléans (Robitaille *et al.*, 2008). On considère que l'accès restreint aux aires de reproduction en raison de la construction de structures hydrauliques est la cause principale du déclin de l'espèce (Équipe de rétablissement de l'alose savoureuse, 2001). Les installations hydrauliques en question comprennent le barrage de Carillon (rivière des Outaouais), la centrale hydroélectrique de la Rivières-des-Prairies et le barrage de l'Île-des-Moulins (rivière des Mille-Îles). D'autres facteurs ayant probablement contribué au déclin de l'espèce sont notamment le détérioration de la qualité de l'eau et le creusement de canaux le long de la côte (MRNF, 2004a).

ÉPERLAN ARC-EN-CIEL

Quatre populations d'éperlan arc-en-ciel anadrome (*Osmerus mordax*) ont été relevées dans le Saint-Laurent. La population établie dans le secteur de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent est considérée comme *vulnérable* en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables*. Le nombre d'individus de cette population désignée vulnérable en 2005 décline depuis 30 ans, et la population est génétiquement distincte des autres populations d'éperlan arc-en-ciel du Québec. Cette population se trouve du côté de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent, entre Lévis et Sainte-Anne-des-Monts (Équipe de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel du Québec, 2008).

L'expansion de l'agriculture a entraîné la perte d'habitat et la dégradation de la qualité de l'eau dans les bassins versants servant d'aires de reproduction pour cette espèce. La pêche, tant commerciale que récréative, a également eu une profonde influence sur la dynamique de la population, étant responsable de la mortalité de 70 % des individus adultes (Équipe de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel du Québec, 2008).

L'éperlan arc-en-ciel est présent dans le Saint-Laurent et se reproduit dans la rivière du Loup (BAPE, 2013). L'éperlan arc-en-ciel est une espèce anadrome, ce qui signifie qu'elle vit dans un environnement marin, mais se reproduit en eau douce (Holm *et al.*, 2010). En 2005, on connaissait quatre aires de reproduction pour l'ensemble de cette population, toutes situées dans des affluents du Saint-Laurent ou de son estuaire : le ruisseau de l'Église (municipalité de Beaumont), la rivière Ouelle (municipalité de

Rivière-Ouelle), la rivière Fouquette (à l'ouest de Rivière-du-Loup) et la rivière du Loup, qui se jette dans le fleuve à Rivière-du-Loup (Équipe de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel du Québec 2008). En 2010, une aire de reproduction a été découverte dans la rivière Kamouraska (municipalité de Kamouraska) (Boutin, 2011), à environ 50 km en amont de Cacouna. Dans le passé, l'éperlan arc-en-ciel a utilisé cette rivière, mais l'espèce l'avait désertée depuis de nombreuses années. Les relevés récemment effectués par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF) ont également révélé la présence d'œufs directement dans le fleuve Saint-Laurent, près de la municipalité de Beaumont, et dans la rivière du Sud, à Montmagny (Bourget, 2012).

La migration de l'éperlan arc-en-ciel a lieu dans les affluents du Saint-Laurent en vue de la reproduction au printemps, quand la température de l'eau commence à augmenter, généralement entre la fin du mois d'avril et le début du mois de mai (Carrier *et al.*, 1982; Bergeron et Ménard, 1993). Les aires de reproduction se trouvent habituellement en zone d'influence des marées ou juste en amont de celle-ci (Carrier *et al.*, 1982; Verreault et Tardif, 1989). Les œufs éclosent après une courte période d'incubation, qui dure de sept à dix jours. Les larves dérivent jusqu'à ce qu'elles atteignent la zone intertidale, où elles demeurent jusqu'à la fin de l'été.

Deux importantes zones de rétention des larves, découvertes vers la fin des années 1990, se trouvent dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent; une près de La Pocatière et une autre près de Rivière-du-Loup, respectivement à environ 80 km et 10 km du complexe maritime proposé de Cacouna (Marquis, 2013). La densité larvaire est habituellement plus importante dans la zone située près de La Pocatière. Il existe une forte corrélation entre la densité larvaire de la zone de rétention de Rivière-du-Loup et le taux de réussite du processus de reproduction dans la rivière du Loup et la rivière Fouquette. Cependant, aucune corrélation n'a pu être établie entre la densité larvaire dans la zone de rétention de La Pocatière et le processus de reproduction dans la rivière Ouelle (Marquis, 2013).

On observe les larves à trois ou quatre mètres de profondeur en zone intertidale dans les baies situées en amont de Rivière-du-Loup et dans l'anse Sainte-Anne, près de La Pocatière. Une relation positive a été notée entre les densités larvaires et la présence d'herbiers à spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*) en zone intertidale (Équipe de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel du Québec, 2008).

BAR RAYÉ

Le bar rayé (*Morone saxatilis*) est un poisson anadrome présent dans les estuaires et les eaux côtières de l'Amérique du Nord. La reproduction, l'incubation et le développement larvaire précoce ont lieu en eau douce au printemps. Les jeunes individus se déplacent ensuite en aval dans les eaux saumâtres et salées, où ils se nourrissent et grandissent jusqu'à la maturité, soit environ trois ans pour les mâles et quatre ou cinq ans pour les femelles (Robitaille *et al.*, 2011). La population de l'estuaire du Saint-Laurent, qui était considérée comme distincte des autres populations du Canada, a disparu au milieu des années 1960 (Robitaille *et al.*, 2011). Elle a été désignée comme *disparue* au Canada en novembre 2004 par le COSEPAC. La surpêche, le dragage et l'entretien de la voie maritime ainsi que le braconnage ont été établis comme les principales causes de la disparition de la population de bar rayé (Pelletier *et al.*, 2011).

En 2002, le MRNF a entrepris un programme de réintroduction dans le but d'établir une nouvelle population capable de se reproduire et de se maintenir d'elle-même. Ce programme de réintroduction comprenait la reproduction du poisson dans des écloséries québécoises au moyen de bars rayés

capturés dans la rivière Miramichi, au Nouveau-Brunswick (Comité aviseur sur la réintroduction du bar rayé, 2001). De 2002 à 2009, 6 321 bars rayés mesurant plus de 60 mm de long et 6,5 millions de larves d'environ 3 mm de long ont été relâchés dans le fleuve Saint-Laurent entre Saint-Pierre-les-Becquets et Rivière-Ouelle (Pelletier *et al.*, 2011).

En septembre 2011, un programme de rétablissement a été établi pour la population de bar rayé devant être réintroduite dans l'estuaire du Saint-Laurent (Robitaille *et al.*, 2011). Dans le cadre de ce programme, le bassin de la rivière du Sud à Montmagny et une seconde zone dans la rivière Ouelle ont été établis comme aires de reproduction du bar rayé (Robitaille *et al.*, 2011). En vertu de la LEP, l'habitat essentiel du bar rayé dans l'estuaire du Saint-Laurent est reconnu comme la zone de concentration d'individus juvéniles de l'anse Sainte-Anne à La Pocatière et la ZEL du complexe maritime de Cacouna, du 1^{er} septembre au 31 octobre.

Selon la LEP, l'habitat essentiel est l'habitat nécessaire à la survie et au rétablissement d'une espèce répertoriée et qui est identifié comme l'habitat essentiel de l'espèce dans un programme de rétablissement ou un plan d'action pour l'espèce (MPO, 2011). Il peut s'agir d'aires de reproduction, de croissance ou d'alimentation, de voies migratoires ou de zones où l'on retrouvait autrefois l'espèce (MPO, 2011). Les suppositions sous-jacentes à la désignation de l'habitat essentiel sont l'existence d'une relation positive entre l'habitat et la taille de la population et le besoin d'un habitat minimum pour atteindre les objectifs de rétablissement en matière de population et de répartition résultante. En ce qui concerne la population de bar rayé de l'estuaire du Saint-Laurent, les données disponibles concernant la population perdue et la population réintroduite sont actuellement insuffisantes pour définir une cible quantitative de rétablissement. Cependant, l'évaluation du potentiel de rétablissement réalisée en 2005 (MPO, 2006) a mené à l'établissement d'une cible qualitative : une population viable dont les aires d'occupation et d'observation sont semblables à celles de la population disparue.

La figure 10-2 illustre l'habitat essentiel du bar rayé à La Pocatière, à environ 80 km du complexe du terminal maritime de Cacouna.

10.3 Effets potentiels

10.3.1 Effets potentiels et paramètres mesurables

Les effets potentiels du projet sur les poissons marins et l'habitat du poisson ont été déterminés et évalués en fonction des critères suivants :

- l'interaction pourrait causer un changement mesurable dans la CV et/ou un seuil réglementaire pourrait être dépassée en raison de l'aménagement du projet (construction ou exploitation);
- l'interaction pourrait nuire à la persistance et à la viabilité de la CV dans la ZER;
- l'interaction pourrait avoir un effet direct ou indirect sur une espèce à statut particulier dont la population ou l'habitat est géré ou protégé par la réglementation provinciale ou fédérale (p. ex., *Loi sur les espèces en péril*, *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables*);
- les interactions ont été définies par les organismes de réglementation et d'autres intervenants comme des effets clés sur une CV particulière, c'est-à-dire des effets jugés inquiétants par les professionnels qui procèdent à l'évaluation ou des effets qui pourraient être propres à une région donnée.

En fonction de cet examen et des connaissances du Projet et de ses activités connexes, les effets propres au projet suivants sur les poissons marins et l'habitat du poisson, incluant les espèces à statut particulier, sont évalués :

- Changement dans la santé - La construction des éléments marins du projet et l'exploitation du complexe maritime ont le potentiel de remettre en suspension les sédiments et de produire des niveaux sonores qui pourraient causer des blessures aux poissons marins ou leur mort. Cela pourrait également altérer le comportement de recherche de nourriture et le succès de la recherche, ce qui pourrait ultimement affecter la condition générale du poisson.
- Changement dans l'habitat - La construction des éléments marins du projet a le potentiel d'altérer ou de détruire de façon permanente l'habitat du poisson en plus d'agir comme un obstacle physique à la migration du poisson.
- Changement dans le comportement – La construction des éléments marins du projet et l'exploitation du complexe du terminal maritime ont le potentiel de produire des niveaux sonores à des amplitudes pouvant causer un changement de comportement chez les poissons marins.

Afin de classer correctement les effets potentiels du projet sur les poissons marins et leur habitat, on utilise des paramètres mesurables pour représenter chaque type d'effet prévu. Les paramètres sont mesurables et quantifiables (p. ex., la perte directe d'habitat). Toutefois, certains effets sur les poissons marins ne sont pas associés à des paramètres définis permettant de mesurer les effets; ils sont donc qualitatifs et s'appuient essentiellement sur une opinion professionnelle et sur l'expérience des projets antérieurs.

Le tableau 10-3 résume les effets potentiels, les indicateurs clés, les paramètres mesurables et la justification de sélection pour la CV du poisson marin et son habitat.

Tableau 10-3 Effets potentiels et paramètres mesurables pour le poisson marin et son habitat

Effets potentiels du projet	Justification de l'inclusion des effets potentiels du projet dans l'évaluation	Paramètre(s) mesurable(s)	Justification du choix du paramètre mesurable
Changement dans la santé du poisson	La construction et l'exploitation du complexe du terminal maritime (éléments au large) pourraient interagir avec les poissons marins et l'habitat du poisson.	Potentiel qualitatif de blessure et de mortalité Niveau sonore sous-marin	La construction des éléments marins du projet a le potentiel de remettre en suspension des sédiments et de produire des niveaux sonores pouvant causer des blessures aux poissons ou la mort de ceux-ci.
Changement dans l'habitat du poisson	La construction et l'exploitation du complexe du terminal maritime (éléments au large) pourraient interagir avec les poissons marins et l'habitat du poisson.	Étendue et qualité de l'habitat	La construction des éléments marins du projet a le potentiel d'altérer l'habitat du poisson.
Changement dans le comportement du poisson	La construction et l'exploitation du complexe du terminal maritime (éléments au large) pourraient interagir avec les poissons marins et l'habitat du poisson.	Niveau sonore sous-marin Entrave à la migration	La construction des éléments marins du projet a le potentiel de produire des niveaux sonores à des ampleurs pouvant causer un changement de comportement chez les poissons marins. L'infrastructure marine pourrait faire obstacle au passage des poissons.

10.3.2 Évaluation des effets

Les interactions potentielles entre les activités du projet et les poissons marins et l'habitat du poisson sont présentées au tableau 10-4.

Tableau 10-4 Effets potentiels sur le poisson marin et son habitat

Activités et ouvrages physiques liés au projet	Effets potentiels		
	Changement dans la santé du poisson	Changement dans l'habitat du poisson	Changement dans le comportement du poisson
Construction			
Pipeline d'interconnexion	S. O.	S. O.	S. O.
Réservoirs, installations côtières et infrastructures connexes (y compris les voies d'accès), à l'exception du pipeline d'interconnexion	S. O.	S. O.	S. O.
Infrastructure marine	✓	✓	✓
Exploitation et entretien			
Pipeline d'interconnexion	S. O.	S. O.	S. O.
Réservoirs, installations terrestres et infrastructure connexe, à l'exception du pipeline d'interconnexion	S. O.	S. O.	S. O.
Chargement des pétroliers amarrés à quai	✓	S. O.	✓
Démantèlement et abandon			

Tableau 10-4 Effets potentiels sur le poisson marin et son habitat

REMARQUES
✓ Indique que l'activité joue probablement un rôle dans l'effet sur l'environnement.
La mention S. O. signifie « sans objet ».
¹ Pour plus de détails sur les effets du démantèlement et de la cessation d'exploitation, consulter la section 8 du volume 1.

10.3.2.1 Changement dans la santé du poisson

CONSTRUCTION

La mort directe, les blessures physiques ou les handicaps fonctionnels pouvant causer la mort peuvent se produire au sein de la ZDP et de la ZEL durant certaines activités ou phases de construction (c.à-d., une augmentation du total des solides en suspension [TSS] en raison du remplissage et de la préparation du fond marin en vue de l'enfoncement de pieux et des bruits anthropiques) associées au projet.

En fortes concentrations, ou en cas de longues périodes d'exposition, les effets des sédiments en suspension sur les poissons comprennent : la baisse du taux de réussite dans la recherche de nourriture, la vision réduite ne permettant plus de voir et d'éviter les prédateurs, les dommages causés aux branchies, la réduction des taux de croissance, la réduction de la résistance aux maladies ou les problèmes de développement des embryons (Newcombe et Jensen, 1996). La gravité des effets des sédiments en suspension augmente en fonction de la concentration et de la durée de l'exposition. Les poissons adultes et les invertébrés très mobiles ont tendance à éviter les zones où les niveaux du TSS sont élevés; ainsi, l'exposition est généralement limitée à quelques minutes ou quelques heures (Newcombe et Jensen, 1996; Wilber et Clarke, 2001). Les invertébrés sessiles et les œufs et larves de poissons peuvent supporter l'exposition à des niveaux élevés du TSS pendant trois à quatre jours (Wilber et Clarke, 2001).

Auld et Schubel (1978) ont étudié les œufs et larves de six espèces de poissons anadromes et estuariens exposés à des concentrations de sédiments en suspension variant de quelques mg/l à 1 000 mg/L afin de déterminer les effets de diverses concentrations sur la réussite de l'éclosion et la survie à court terme. Les expériences ont indiqué que les concentrations sous les 1 000 mg/l n'affectaient pas de manière significative l'éclosion des œufs des espèces étudiées, incluant ceux de l'aloise savoureuse. À des concentrations de 1 000 mg/l, les chances d'éclosion étaient significativement réduites ($P < 0,05$) pour les œufs de baret et de bar rayé, ce qui n'était pas le cas à des concentrations moins élevée (Auld et Schubel, 1978). Les expériences menées avec des larves ont indiqué que les concentrations de plus de 500 mg/l réduisaient significativement ($P < 0,05$) les chances de survie des larves de bar rayé et de perchaude exposées durant 48 à 96 heures (Auld et Schubel, 1978). Les concentrations de plus de 100 mg/l réduisaient significativement les chances de survie des larves d'aloise savoureuse exposées continuellement pendant 96 heures (Auld et Schubel, 1978).

De façon générale, les plus importants effets de la sédimentation concernent l'incubation des embryons et les larves de poissons. La sédimentation peut causer la perte d'importantes quantités d'œufs et de larves, car elle nuit à l'échange d'oxygène (CH2M HILL, 2000). Le sable, le limon et les particules fines peuvent réduire les flux hydriques, réduire les concentrations d'oxygène dissous et ainsi causer une forte

demande biologique en oxygène. Les œufs démerseaux des poissons et des invertébrés peuvent être affectés négativement par le dépôt de sédiments et la suffocation. Les œufs de bar rayé et de perchaude (*Morone americana*) exposés à des concentrations du TSS aussi faibles que 100 mg/l pendant une journée ont subi un retard d'éclosion (Wilber et Clarke, 2001).

La sensibilité des poissons à la pression acoustique peut se diviser en trois catégories qualitatives : les poissons les plus sensibles sont généralement ceux qui possèdent une vessie natatoire et des raccords auditifs spéciaux à l'oreille interne (p. ex., le hareng), les poissons modérément sensibles sont ceux qui possèdent une vessie natatoire, mais pas de raccords auditifs spéciaux (p. ex., la morue et le sébaste) et les poissons ayant une faible sensibilité sont ceux dont la vessie natatoire est de petite taille ou inexistante (p. ex., le maquereau et la plie) (Fay, 1988).

La construction du terminal maritime de Cacouna nécessitera l'enfoncement de pieux d'acier dans le fond marin, et le bruit sera principalement causé par les coups de marteau à percussion sur les pieux. L'enfoncement des pieux peut générer des ondes de choc à forte énergie, s'étendant vers l'extérieur à partir de la source sonore. Si la magnitude de ces ondes de choc est suffisamment élevée, elles peuvent causer des blessures physiques (auditives ou de pression) sur leur passage dans la vessie natatoire des poissons. La distance jusqu'à laquelle les blessures peuvent survenir dépend d'une variété de facteurs océanographiques qui atténuent le son (p. ex., la profondeur et la température de l'eau) et de la sensibilité du récepteur du son émis. Les critères par intérim recommandés pour évaluer les dommages potentiels causés par l'enfoncement des pieux sont un niveau de pression acoustique de crête (NPA de crête) de 208 dB re 1µPa par coup et un niveau d'exposition acoustique (NEA) de 187 dB re 1µPa²-sec (Popper *et al.*, 2006). Le NPA de crête détermine si la vessie natatoire et l'oreille sont sujettes à un stress mécanique extrême tandis que le NEA décrit le potentiel de dommages des différentes longueurs d'ondes et distributions d'énergie.

Les NPA de crête rapportés dans la littérature pour l'installation de pieux par vibrofonneur vont de 185 dB re 1µPa pour un pieu en acier de 0,91 m de diamètre de 195 dB re 1µPa pour un pieu en acier de 1,8 m de diamètre (Illingworth et Rodkin Inc., 2007). Les NPA de crête rapportés pour l'installation au marteau à percussion vont de 210 dB re 1µPa pour un pieu en acier de 0,91 m de diamètre de 220 dB re 1µPa pour un pieu en acier de 2,4 m de diamètre (Illingworth et Rodkin Inc., 2007). Cependant, les niveaux acoustiques capables de causer des blessures ou la mort (p. ex., ≥ 208 dB re 1µPa [NPA] ou ≥ 187 dB re 1µPa²-sec [NEA]; Popper *et al.*, 2006) ne devraient se produire qu'à proximité immédiate (10 m) des activités d'installation des pieux (Illingworth et Rodkin, 2007; McCayley et Salgado, 2008). Par contre, il faut noter que la zone de blessures potentielles sur le site du projet peut varier de l'exemple donné par Illingworth et Rodkin Inc. (2007), car les niveaux à la source et l'atténuation du son dépendent d'une grande variété de facteurs, incluant la méthode d'installation (p. ex., vibrofonneur ou marteau à percussion), le diamètre du pieu, la taille du marteau, le type de sédiments et les conditions géotechniques, les marées et les conditions existantes et la profondeur de l'eau, entre autres (Illingworth et Rodkin Inc., 2007).

Très peu de renseignements existent sur les effets du bruit de l'enfoncement de pieux sur les invertébrés marins (Hawkins et Popper, 2012). Étant donné que les invertébrés ne possèdent pas de vessie natatoire, les blessures aux invertébrés ou la mort de ceux-ci, incluant l'oursin vert important sur le plan commercial dans la région, sont considérées comme peu probables.

La mortalité des espèces clés associées aux pêches CRA et des espèces à statut particulier serait faible, car il est probable que le capelan, le hareng, l'alose savoureuse, l'éperlan arc-en-ciel et le bar rayé éviteront le secteur durant les activités de construction. L'oursin vert, puisqu'il est sessile, serait le plus à risque; cependant, grâce à sa grande tolérance des TSS et du bruit, il est peu probable que les effets potentiels affectent sa santé.

EXPLOITATION

Durant la phase d'exploitation, les remorqueurs seront une source continue de bruit quand des pétroliers seront présents dans la ZDP, ce qui pourrait avoir une incidence sur la santé des poissons. La phase d'exploitation du projet entraînera l'augmentation des niveaux acoustiques sous-marins, majoritairement en raison du mouvement des navires. Cette augmentation sera confirmée par les activités de surveillance et de modélisation. Le bruit sous l'eau causé par le transport maritime associé au projet durant la phase d'exploitation du terminal maritime de Cacouna est abordé à la section 2.2 de la Partie C.

10.3.2.2 Changement dans l'habitat du poisson

CONSTRUCTION

Les activités de construction et d'installation de l'infrastructure marine, y compris le remplissage et le positionnement des pieux et les activités connexes, auront des effets localisés sur l'habitat du poisson incluant la perte directe d'habitat, des changements dans les sédiments et la qualité de l'eau, y compris l'augmentation du TSS et l'entrave potentiel de poissons migrant à travers la ZEL.

Le complexe du terminal maritime de Cacouna sera construit au moyen de 208 pieux d'un diamètre moyen de 1,98 m. L'emplacement de ces pieux causera la perte d'environ 640 m² d'habitat benthique marin. Il est connu que l'installation de surfaces dures dans un environnement marin offre un habitat aux organismes marins sessiles, comme les moules, les balanes, les algues encroûtantes et l'oursin vert (espèce associée aux pêches CRA). Ces structures peuvent créer un « effet de récif » qui pourrait augmenter la biodiversité de la zone. La surface verticale située sous la ligne des hautes eaux, si l'on tient compte d'une profondeur moyenne conservatrice de 12,7 m, devrait avoir une superficie totale d'environ 16 432 m² sur les 208 pieux. Ainsi, on peut prévoir l'ajout de 15 792 m² d'habitat marin résultant de l'installation du quai du terminal maritime. Bien que les pieux puissent offrir un nouvel habitat pour certaines espèces, les activités de remplissage pourraient causer la destruction de l'habitat d'autres espèces. De plus, il faut prévoir un certain temps après les activités de construction avant que les organismes marins ne s'établissent sur les nouvelles structures.

Les niveaux élevés du TSS peuvent détériorer la qualité des habitats (Park, 2007). L'augmentation des niveaux du TSS pourrait survenir en raison de l'enfoncement des pieux et du déversement latéral des matériaux durant la construction du terminal maritime de Cacouna. De faibles niveaux d'oxygène dissous (OD) ont été associés aux fortes concentrations du TSS (Ntengwe, 2006) et l'augmentation des TSS réduit également la quantité de lumière atteignant la végétation sous-marine, ce qui ralentit la photosynthèse. Bien qu'aucun dragage ne soit nécessaire pour la construction du terminal maritime de Cacouna, le déversement latéral des matériaux et le nivellement du fond marin pourraient être

nécessaires en vue de l'installation des infrastructures maritimes, comme les enveloppes et les pieux, ce qui éliminera une partie de l'habitat benthique.

L'analyse chimique des sédiments peut souvent donner des résultats au-delà des limites en matière de métaux, même là où aucune importante influence anthropique n'a eu lieu. La variation dans les concentrations de métaux peut refléter les variations dans la géochimie de matériaux parents et/ou dans les conditions géochimiques. La présence d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) peut s'expliquer par la présence de sources naturelles (p. ex., un incendie de forêt) et/ou anthropiques, tandis que les BPC sont d'origine anthropique. Les résultats d'analyse de la qualité des sédiments dans la ZDP seront détaillés dans le rapport des données techniques, une fois l'échantillonnage effectué au terminal maritime de Cacouna en 2014.

Les répercussions négatives sur les poissons et les invertébrés mobiles, comme les crabes et les crevettes, sont improbables, puisque ces espèces sont très mobiles et généralement capables d'éviter de se faire ensevelir ou écraser. Par contre, les invertébrés lents ou sessiles, dont l'oursin vert, sont plus vulnérables aux effets négatifs des perturbations physiques, puisqu'ils sont incapables d'éviter de se faire ensevelir ou écraser.

Les activités de construction peuvent potentiellement causer la perte ou l'altération d'habitats intertidaux et subtidaux utilisés par des espèces associées aux pêches CRA ou des espèces à statut particulier dans la ZDP du terminal maritime. La perte ou l'altération de l'habitat peut entraîner le déplacement d'espèces marines, des changements localisés dans la composition des espèces, la perte d'habitat de reproduction ou d'alimentation, ou encore la modification des interactions entre prédateurs et proies. La perte d'habitats productifs du poisson pour les espèces associées aux pêches CRA (oursin vert), ou les espèces qui soutiennent ces pêches, relative à l'empreinte physique du projet, pourrait nécessiter l'obtention d'une autorisation en vertu de l'article 35(2) de la Loi sur les pêches.

Il existe très peu de données sur les espèces servant d'indicateurs clés relativement aux effets des activités de construction. Bien que les oursins verts soient répandus dans la ZDP, on s'attend à ce que l'habitat benthique récupère dans un délai relativement court (c.-à-d., de deux à trois ans) après les activités de construction. Il n'y a aucun habitat essentiel dans la ZDP pour l'alose savoureuse, l'éperlan arc-en-ciel ou le bar rayé; ainsi, aucun effet négatif sur ces populations n'est attendu.

EXPLOITATION

L'ombre des structures du complexe affectera le niveau de pénétration de la lumière, ce qui pourrait avoir une incidence sur la photosynthèse (et donc la croissance) des plantes marines (incluant la zostère marine, plutôt sensible) et des algues; par contre, vu la zone très localisée, l'effet sur l'ensemble de l'habitat marin sera minime. L'infrastructure marin nécessaire pour le terminal peut engendrer un effet de récif en attirant des poissons qui y trouveront un abri et un habitat.

10.3.2.3 *Changement dans le comportement des poissons*

CONSTRUCTION

Les activités de construction, comme l'enfoncement des pieux, ont le potentiel d'influencer le comportement des poissons présents dans la ZDP et la ZEL. L'enfoncement des pieux augmentera la quantité du TSS et le niveau de bruit dans la ZEL durant la construction et pourrait potentiellement engendrer un changement de comportement chez les espèces de poissons présents dans cette zone. L'éclairage artificiel employé durant les activités de construction pourrait également avoir un effet sur le comportement des poissons marins, incluant les ESP en migration dans la ZEL.

Les activités de construction, y compris l'installation des pieux, peuvent potentiellement avoir une incidence sur la qualité de l'eau en raison de la remise en suspension de sédiments et de l'augmentation temporaire des TSS. Les concentrations du TSS qui causent des effets comportementaux et sublétaux se situent généralement entre quelques dizaines et quelques centaines de mg/L. La fréquence et la durée de l'exposition aux matières en suspension sont des facteurs importants quand on tente de déterminer les effets négatifs des TSS sur les poissons (CH2M HILL, 2000). L'augmentation de la turbidité de l'eau peut avoir un effet négatif sur un prédateur visuel, non seulement en raison de la baisse de l'intensité de la lumière, mais aussi en raison des changements dans la composition spectrale et le motif de polarisation de la lumière (Commission OSPAR, 2008). Il a été déterminé que les concentrations du total des solides en suspension allant de 2 000 à 3 000 mg/L réduisent l'acuité visuelle des espèces de poissons prédateurs, ce qui cause la réduction des taux d'alimentation (CH2M HILL, 2000).

Les poissons se servent des sons dans une grande variété de comportements, notamment l'attaque, la protection du territoire, la défense et la reproduction (Hastings et Popper, 2005). Les poissons sont en mesure de faire la différence entre les sons de diverses fréquences ou magnitudes, de détecter un son en présence d'autres signaux et de déterminer la provenance d'un son (localisation) (Hastings et Popper, 2005). La perturbation acoustique peut causer l'augmentation des niveaux de bruit durant les activités de construction, comme l'enfoncement des pieux, l'installation des chevalets du terminal maritime et des poste d'accostage ainsi que les activités des navires et des barges de soutien.

Diverses études indiquent qu'il y a un manque de données empiriques disponibles sur les effets potentiels des bruits anthropiques sur les poissons et invertébrés marins (Hastings et Popper, 2005, Moriyasu *et al.*, 2004, Popper et Hastings, 2009a,b). Les renseignements disponibles sont associés aux bruits causés par l'utilisation d'explosifs, par l'enfoncement de pieux et par l'utilisation de canons pneumatiques pour l'exploration sismique (Moriyasu *et al.*, 2004, Popper et Hastings, 2009a). Les renseignements portant sur les effets du bruit associés à l'utilisation d'explosifs et de canons pneumatiques pour l'exploration sismique ne s'appliquent pas à cette évaluation, car il est difficile d'extrapoler des données sur les effets du bruit entre les diverses espèces de poissons et les diverses sources de bruit (Popper et Hastings, 2009). Les ondes de choc à haute pression produites durant l'enfoncement des pieux peuvent engendrer un changement de comportement chez les poissons et invertébrés marins. Il n'existe pas de critères ou de seuils normalisés concernant les effets du bruit sous-marin résultant de l'enfoncement de pieux sur le comportement des poissons. Thomson *et al.* (2012) ont remarqué que certaines espèces de poissons peuvent s'habituer au bruit causé par l'enfoncement des pieux après une période d'exposition relativement courte (c.-à-d. quelques semaines).

Les réactions comportementales potentielles des poissons et invertébrés marins aux bruits sous-marins comprennent de petits déplacements temporaires pendant la durée du son, des mouvements dirigés qui affectent la distribution locale et de changements à grande échelle dans les voies de migration (Popper et Hastings, 2009b). Cependant, on s'attend à ce que la réaction la plus commune chez les poissons et invertébrés marins soit un court sursaut (c.-à-d. que le comportement normal réapparaît après quelques secondes) près de la source de bruits forts pulsés (p. ex., l'impact lors de l'enfoncement de pieux). Bien qu'aucun seuil comportemental clair n'existe pour les poissons, des études suggèrent que certaines espèces de poissons ont des réactions de sursaut et d'évitement aux bruits sous-marins (Bui *et al.*, 2013, McCauley *et al.*, 2000, Nedwell *et al.*, 2006, Wardle *et al.*, 2001).

En matière d'audition, le saumon est un généraliste et est donc considéré comme étant relativement insensible aux bruits sous-marins. Ainsi, les réactions comportementales du saumon aux bruits sous-marins devraient être limitées dans leur étendue spatiale, de courte durée et probablement sans effet sur la capacité de s'alimenter du poisson (Nedwell *et al.*, 2006). Le saumon pourrait éviter certaines zones particulièrement bruyantes (Feist *et al.*, 1992), mais ce comportement sera vraisemblablement limitée dans son étendue spatiale, de courte durée et probablement sans effet sur la capacité de s'alimenter du poisson ou sur le bien-être général de la population (Nedwell *et al.*, 2006). Certaines autres espèces de poisson (p. ex., la morue et la sole) pourrait également quitter les zones particulièrement bruyantes (Thomson *et al.*, 2012), mais ce comportement devrait être minimal à plus de 500 mètres des sources de bruit.

L'altération des régimes d'éclairement dans les eaux côtières peut avoir une incidence sur la production primaire, incluant la distribution et la densité de la végétation aquatique submergée, ainsi que le comportement alimentaire et migratoire des poissons (NOAA, 2008). Les structures marines peuvent créer une zone d'ombre en surface et réduire la quantité de lumière atteignant l'habitat benthique situé en dessous. La hauteur, la largeur, les matériaux de construction utilisés et l'orientation des structures par rapport au soleil peuvent influencer l'étendue de la zone d'ombre produite et donc l'importance de l'effet négatif de l'ombre sur l'habitat local (NOAA, 2008).

Plus le nombre de pieux utilisés pour soutenir la structure est grand, plus l'ombre projetée sur l'environnement sous-marin est importante. Le matériau (c.-à-d. le béton ou l'acier) joue également un rôle dans la quantité de lumière, puisque les pieux de béton ou d'acier reflètent plus de lumière que les pieux de bois, qui absorbent celle-ci. Une structure dans laquelle les pieux sont plus espacés peut présenter des avantages pour les poissons et les mollusques comparativement à une structure plus dense, car la lumière y pénètre mieux. La réduction du nombre de pieux, l'utilisation de matériaux reflétant la lumière et l'augmentation de l'espace entre les pieux permettent de réduire la perte d'habitat, et ainsi limiter les effets résiduels sur le comportement des poissons (Nightingale et Simenstad, 2001).

Bien que l'éclairage artificiel associé au projet puisse causer un changement dans le comportement des poissons, il sera limité à une zone restreinte et ne sera utilisé qu'au besoin durant la phase de construction.

La construction et l'installation des infrastructures marines modifieront le mouvement des poissons dans la ZDP. Selon la littérature disponible, les résultats sont variables; plusieurs études ont démontré que le comportement des poissons à la présence de nouvelles structures est complexe. Nightingale et Simenstad (2001) ont découvert que certains individus passent sous la nouvelle structure, que certains

font une pause puis la contournent ou passent en dessous, et que certains bancs ont été vus se brisant à la rencontre de l'obstacle.

EXPLOITATION

Durant l'exploitation du terminal maritime, la présence physique des chevalets et des postes d'accostage (ombre) et l'éclairage artificiel peuvent avoir des effets sur le comportement des espèces de poissons marins associées aux pêches CRA et des ESP. Un comportement fréquent des groupes de poissons à la présence d'éclairage artificiel est de se rassembler et de se diriger vers la source de lumière.

L'interprétation fonctionnelle d'un tel comportement comprend l'évitement des prédateurs et l'amélioration de l'efficacité dans la recherche de nourriture (Pitcher et Parrish, 1993).

Les importants contrastes d'intensité lumineuse créés par les structures surplombant l'eau, en raison de l'ombre créée durant le jour et la présence d'éclairage artificiel la nuit, pourraient potentiellement altérer les comportements des poissons en matière d'alimentation, de rassemblement, d'évitement des prédateurs et de migration (Nightingale et Simenstad, 2001; Hanson *et al.*, 2003). Les poissons, surtout les jeunes individus et les larves, dépendent des repères visuels pour s'alimenter. Les ombres peuvent créer un contraste clair/foncé qui peut causer l'augmentation de la prédation par les prédateurs chassant en embuscade et l'augmentation des cas de mort par la faim en limitant les capacités d'alimentation (NOAA, 2008). Le comportement migratoire de certaines espèces qui préfèrent l'utilisation des eaux profondes à l'écart des zones d'ombre durant la journée et les zones éclairées pourrait influencer les mouvements migratoires nocturnes, augmentant ainsi les risques de prédation.

Durant l'exploitation, les remorqueurs s'occupant des navires amarrés généreront une source continue de lumière et de bruit quand des navires seront présents dans la ZDP, ce qui pourrait influencer le comportement des poissons. Le mouvement et la migration des poissons sont importants pour les populations et communautés locales de poissons (y compris des espèces associées aux pêches CRA et les ESP) afin de répondre à leurs besoins vitaux. En raison des bruits générés par l'utilisation de navires dans la zone du projet, les poissons marins pourraient adapter leurs déplacements dans la ZEL en réaction à l'augmentation des bruits générés. Le sujet des bruits sous-marins associés à l'amarrage des navires est abordé dans la section 2.2 de la partie C.

10.4 Mesures d'atténuation

Les mesures d'atténuation décrites dans les sections suivantes sont proposées afin d'éviter ou de réduire les effets du projet sur les poissons marins et leur habitat. Un plan de protection de l'environnement (PPE) sera conçu (pour se pencher sur les effets potentiels qui pourraient découler des activités de construction dans ou aux bords de l'environnement marin). Ce PPE comprendra toutes les mesures d'atténuation et plans d'urgence proposés.

Le tableau 10-5 résume les mesures d'atténuation recommandées pour chacun des effets évalués : changement sur le plan de la santé des poissons, changement dans l'habitat du poisson et changement dans le comportement du poisson.

Tableau 10-5 Mesures d'atténuation recommandées pour le poisson marin et son habitat

Effet	Mesures d'atténuation recommandées
Construction	
Changement dans la santé du poisson	<ul style="list-style-type: none"> • La méthode d'installation de pieux par masse vibrante devrait être utilisée lorsqu'il est techniquement possible de le faire, plutôt que de recourir à l'enfoncement de pieux par percussion afin de réduire le niveau des bruits sous-marins. • Des barrages à bulles d'air peuvent être recommandés pour diminuer les bruits sous-marins pendant l'enfoncement de pieux par percussion. • Avant de commencer le remplissage, des filtres à limon pourraient être installés autour des activités marines afin d'éviter que des sédiments ne pénètrent dans la colonne d'eau à l'extérieur de la zone de travail. • Le remplissage devrait se faire uniquement avec de la pierre nettoyée. • De la pierre de protection devrait être mise en place progressivement pour réduire l'érosion des berges et éviter la perte de matériaux de remplissage.
Changement dans l'habitat du poisson	<ul style="list-style-type: none"> • Avant de commencer le remplissage, des filtres à limon pourraient être installés autour des activités marines afin d'éviter que des sédiments ne pénètrent dans la colonne d'eau à l'extérieur de la zone de travail. • Le remplissage devrait se faire uniquement avec de la pierre nettoyée. • De la pierre de protection devrait être mise en place progressivement pour réduire l'érosion des berges et éviter la perte de matériaux de remplissage.
Changement dans le comportement du poisson	<ul style="list-style-type: none"> • Les lumières ne servant pas une fonction particulière peuvent être éteintes, et il est possible de masquer l'éclairage extérieur afin de réduire la lumière parasite. • La méthode d'installation de pieux par masse vibrante devait être utilisée lorsqu'il est techniquement possible de le faire, plutôt que de recourir à l'enfoncement de pieux par percussion afin de réduire le niveau des bruits sous-marins. • Des barrages à bulles d'air peuvent être recommandés pour diminuer les bruits sous-marins pendant l'enfoncement de pieux par percussion.
Exploitation	
Changement dans la santé du poisson	<ul style="list-style-type: none"> • Se reporter à la la partie C, section 2.2.4 pour connaître les mesures d'atténuation du bruit résultant du transport maritime.
Changement dans l'habitat du poisson	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune mesure d'atténuation n'est recommandée.
Changement dans le comportement du poisson	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation d'appareils d'éclairage directionnels et entièrement masqués pour diminuer les effets de l'éclairage artificiel. • Se reporter à la la partie C, section 2.2.4 pour connaître les mesures d'atténuation du bruit reliées au transport maritime.

10.5 Effets résiduels et détermination de leur importance

Cette évaluation tient compte des effets résiduels sur les poissons marins et leurs habitats après la mise en œuvre de mesures d'atténuation.

10.5.1 Critères de classification des effets

Le tableau 10-6 énonce les critères utilisés pour classer les effets résiduels du projet sur les poissons marins et leurs habitats.

Tableau 10-6 Critères de classification des effets – Poisson marin et son habitat

Critère		Définitions	
Type	Tendance des effets prévue à long terme	Positif	L'effet est une augmentation de la productivité de l'habitat du poisson par rapport aux conditions de référence et aux tendances
		Négatif	L'effet est une diminution de la productivité de l'habitat du poisson par rapport aux conditions de référence et aux tendances
		Neutre	Aucun changement par rapport aux conditions de référence ou aux tendances
Intensité	Ampleur d'un changement prévu d'un paramètre mesurable ou d'une variable par rapport aux conditions de base	Négligeable	Aucun changement détectable ni mesurable par rapport aux conditions de référence
		Faible	Changement mesurable par rapport aux conditions de référence existantes, dont l'effet demeure sous les seuils environnementaux ou réglementaires et n'altère pas la viabilité à long terme des populations de poissons marins.
		Modérée	Changement mesurable par rapport aux conditions de référence existantes, dont l'effet dépasse les seuils environnementaux ou réglementaires sans altérer la viabilité à long terme des populations de poissons marins.
		Élevée	Changement mesurable par rapport aux conditions de référence existantes, dont l'effet dépasse les seuils environnementaux ou réglementaires et altère la viabilité à long terme des populations de poissons marins.
Étendue géographique	Zone géographique dans laquelle un effet d'une ampleur donnée devrait se produire	ZDP	L'effet est limité à la ZDP (emprise et empreintes servant à la construction du terminal maritime).
		ZEL	L'effet s'étend à la ZEL.
		ZER	L'effet s'étend à la ZER.
Durée	Période nécessaire pour que la composante valorisée du poisson marin et de son habitat revienne à la condition de référence ou que l'effet ne soit plus mesurable ou perçu	Court terme	Effet mesurable pendant la période de construction
		Moyen terme	L'effet est mesurable jusqu'à deux ans suivant l'achèvement de la construction.
		Long terme	L'effet est mesurable pendant plus de deux ans, mais moins de 10 ans après la construction, ou se poursuit pendant l'exploitation.

Tableau 10-6 Critères de classification des effets – Poisson marin et son habitat

Critère		Définitions	
Fréquence	Nombre de fois qu'un effet risque de se produire pendant l'exécution du projet ou d'une phase du projet	Événement ponctuel	Effet (ou événement) qui ne se produit qu'une seule fois
		Événement multiple irrégulier	Effet se produisant de façon sporadique (et intermittente) pendant la période d'évaluation
		Événement multiple régulier	Effet qui se produit de façon répétée pendant la période d'évaluation
		Continu	Effet qui se produit de façon continue pendant la période d'évaluation
Réversibilité	Probabilité que l'effet sur un paramètre mesurable disparaisse	Réversible	Effet devant revenir aux conditions de base pendant la durée du cycle de vie du projet
		Irréversible	Effet qui serait permanent ou réversible uniquement au-delà du cycle de vie du projet
Contexte écologique et socio-économique	Caractéristiques générales de la zone où a lieu le projet	Perturbation négligeable ou limitée	Écosystème en grande partie sauvage et à accès limité pour les véhicules motorisés
		Perturbation faible	Faibles niveaux d'utilisation ou de changement dans l'écosystème
		Perturbation modérée	Utilisation ayant modifié de façon permanente une partie de l'écosystème
		Perturbation élevée	Utilisation importante de l'écosystème s'accompagnant de modifications permanentes

10.5.2 Importance des effets résiduels

Un effet résiduel néfaste significatif pour la faune marine et son habitat désigne :

- tout effet sur les populations qui provoque un déclin de l'abondance ou une modification de la répartition d'une ampleur telle que les populations dans la zone d'étude ne seront pas viables.

Les lois et règlements applicables (Loi sur les pêches, Loi sur les espèces en péril, Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs, Règlement sur les activités en mer dans le parc marin du Saguenay – Saint-Laurent [Loi sur le parc marin du Saguenay – Saint-Laurent], Loi sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec, etc.) ont également été considérés comme un volet essentiel dans le cadre de l'évaluation des effets résiduels sur la faune marine et son habitat.

10.5.3 Évaluation des effets résiduels

10.5.4 Changement dans la santé du poisson

10.5.4.1 Construction

La mortalité directe des poissons marins et du benthos sera restreintes à la ZDP dans des zones très localisées touchées par la perturbation directe du fond marin et des zones adjacentes d'accumulation de

sédiments. Il y aura perte d'un nombre limité d'espèces benthiques sessiles dans les habitats benthiques qui sont courants dans le port de Cacouna, y compris la pêche CRA de l'oursin vert.

Les bruits sous-marins produits pendant l'enfoncement des pieux peuvent avoir un effet sur la santé des poissons; toutefois, la plupart des poissons, y compris les espèces visées par la pêche CRA et les ESP, devraient éviter temporairement la zone immédiate des travaux pendant l'enfoncement des pieux; par conséquent, les blessures ou la mortalité sont peu probables. Les espèces qui se déplacent lentement et les espèces sessiles, comme l'oursin vert, une espèce de pêche CRA dans la ZDP, ne sont pas considérées comme étant très vulnérables aux bruits sous-marins.

Afin de réduire la possibilité de dommages aux poissons, il est recommandé de recourir à une méthode d'installation des pieux par masse vibrante lorsqu'il est techniquement possible de le faire. L'installation par masse vibrante produit généralement des niveaux de bruit inférieurs d'environ 25 dB à ceux produits par l'enfoncement par percussion, et ne produit pas les signatures acoustiques à fortes impulsions que produit l'enfoncement par percussion (Illingworth et Rodkin Inc., 2007; McCauley et Salgado Kent, 2008). Avec la mise en œuvre de mesures d'atténuation, les niveaux acoustiques capables de provoquer des dommages aux poissons ou leur mortalité seront limités à la proximité immédiate de la zone de construction (c.-à-d., à plusieurs dizaines de mètres du pieu). S'il est nécessaire de recourir à l'enfoncement par percussion, des mesures d'atténuation du bruit seront mises en œuvre (comme des barrages à bulles d'air).

La planification des travaux dans l'eau devrait se faire en tenant compte des périodes de sensibilité biologique des espèces associées aux pêches CRA (p. ex., stades de reproduction), comme convenu lors des discussions avec le MPO et d'autres organismes de réglementation. Les travaux doivent être menés dans le respect des mesures visant à éviter les dommages causés au poisson et à son habitat (MPO, 2013c).

Les descripteurs suivants sont utilisés pour caractériser l'effet résiduel (un changement de l'état de santé des poissons) pendant la phase de construction :

- Le type est négatif car des solides en suspension et des bruits provoqués par l'enfoncement des pieux entraîneront un changement de l'état de santé des poissons, même si l'on prévoit que ces phénomènes seront minimes;
- l'intensité est faible car aucun changement dans l'état de santé des espèces de poissons n'aura des répercussions sur la viabilité ou la biodiversité des populations dans la ZEL;
- l'étendue géographique est limitée à la ZEL. La durée est courte car les effets de l'enfoncement des pieux devraient cesser lorsque la phase d'exploitation débutera et les conditions devraient revenir à ce qu'elles étaient avant la construction;
- la fréquence correspond à des événements multiples réguliers car, pendant les activités d'enfoncement des pieux, ils se produiront à des intervalles réguliers pendant toute la durée de ces travaux;

- l'effet est réversible car tout changement à court terme ayant une incidence sur l'état de santé des poissons (p. ex., augmentation temporaire du TSS) disparaîtra une fois que les activités de construction seront terminées; l'effet est aussi jugé irréversible car toute mortalité due à la construction n'est pas réversible;
- le contexte écologique est que la composante extracôtière de la ZEL du terminal maritime subit des niveaux modérés de perturbation. La voie navigable sur le Saint-Laurent est active et on observe également des activités portuaires touristiques et commerciales à proximité de la ZDP.

Avec la mise en place des mesures d'atténuation recommandées, on prévoit que les effets négatifs possibles d'un changement de l'état de santé des poissons marins pendant la construction ne seront pas significatifs. Le niveau de confiance des prévisions varie de moyen à élevé en raison de notre connaissance actuelle de l'état de santé des poissons, des effets limités, de l'efficacité prévue des mesures d'atténuation proposées et de la brève durée des effets résiduels prévus. Il existe une certaine incertitude quant au niveau de confiance en raison du manque d'analyses définitives sur les effets des bruits sous-marins sur la santé des poissons.

10.5.4.2 Exploitation

Les effets du projet sur la santé des poissons marins seront plus prononcés pendant la phase de construction. Comme c'est aussi le cas pendant la construction, les effets des bruits sous-marins produits par les navires pendant la phase d'exploitation seront concentrés dans la zone des postes d'accostage, et on prévoit que les bruits proviendront principalement des remorqueurs qui aideront les pétroliers de brut à quai dans la ZDP. Les effets possibles sur la santé des poissons pendant la phase d'exploitation seront réduits ou éliminés par les mesures d'atténuation mises en place pour le transport maritime (voir partie C, section 2.2.4). Les effets possibles du transport et du mouvement des navires de soutien associés au projet sont évalués séparément dans la section 2.2 de la partie C.

En bref, avec la mise en place des mesures d'atténuation recommandées, on prévoit que les effets négatifs possibles d'un changement dans la santé des poissons marins et leur habitat pendant la phase d'exploitation ne seront pas significatifs. Le niveau de confiance des prévisions est élevé en raison de la connaissance du comportement des poissons, des effets limités et de l'efficacité prévue des mesures d'atténuation.

10.5.5 Changement dans l'habitat du poisson

10.5.5.1 Construction

L'installation d'infrastructures submergées, y compris la préparation du fond marin, pourrait provoquer une augmentation temporaire du TSS et des changements négatifs quant à la qualité de l'eau et de l'habitat des populations de poissons visées par les pêches CRA et des ESP, comme le capelan et l'alose savoureuse. L'enfoncement des pieux et la préparation du fond marin déclenchaient probablement la plus importante remise en suspension des sédiments. La phase de construction entraînera probablement la perte d'une quantité limitée de végétation marine qui sert d'habitat. Les pertes prévues sont relativement faibles par rapport à l'abondance de cet habitat dans la ZEL et devraient se limiter à l'empreinte du projet. Les perturbations physiques du fond marin sont généralement suivies

d'une réduction temporaire de l'abondance des espèces, de la densité des populations et de la biomasse des organismes benthiques dans la zone touchée (Gilkinson *et al.*, 2005; Newell *et al.*, 1998). Le taux de récupération des communautés benthiques après que les perturbations physiques du fond marin ont cessé est très variable et dépend du type de communauté touchée, ainsi que de la mesure dans laquelle la communauté touchée est naturellement adaptée aux perturbations des sédiments et à la charge de particules en suspension. Dans les zones de sédiments meubles, la période de récupération des communautés benthiques touchées varie généralement de six mois à deux ans (Newell *et al.*, 1998; OSPAR Commission, 2009). La récupération des communautés benthiques peut nécessiter de 5 à 10 ans dans les zones caractérisées par des substrats rocheux en eau profonde (Newell *et al.* 1998; OSPAR Commission, 2009).

Les effets de l'augmentation du TSS sur la végétation qui constitue l'habitat seront limités à ceux des activités de construction réalisées dans la zone photique, lesquelles entraîneront la perturbation des sédiments pendant la préparation du fond marin pour l'enfoncement des pieux et l'installation des treillis. La durée de la présence du TSS et la distance géographique sur laquelle les sédiments seront répandus sont fonction de plusieurs facteurs : la dimension des particules, la durée de la perturbation et les conditions océanographiques (courants) locales.

L'ajout de pieux et de treillis dans la zone et le remplissage provoqueront probablement un changement de la communauté benthique; certains organismes perdront leur habitat en raison du remplissage, tandis que les organismes qui n'ont pas l'habitude de vivre dans des sédiments sablonneux fins seront susceptibles de coloniser les structures immergées.

Les descripteurs suivants sont utilisés pour caractériser l'effet résiduel (un changement dans l'habitat des poissons) pendant la phase de construction :

- Le type est négatif et positif car les activités de construction (remplissage) provoqueront une perte de l'habitat des poissons, tandis que l'installation des pieux pourrait créer de l'habitat;
- l'intensité de l'effet est faible parce que la perte de l'habitat n'aura pas de répercussions sur la viabilité ni sur les populations, ni ne provoquera la perte de la biodiversité dans la ZEL;
- l'étendue géographique se limite à la ZDP;
- la durée est courte car la perturbation du fond marin pendant la phase de construction du projet sera de courte durée après que les communautés benthiques auront commencé à se régénérer;
- la fréquence de l'effet ne se produira qu'une seule fois car les zones touchées ne seront modifiées, perturbées ou détruites qu'une seule fois;
- l'effet sera réversible car on estime que l'étendue de la modification, de la perturbation ou de la destruction liée au projet sera limitée, et que les populations benthiques dans la zone recoloniseront la zone;
- le contexte écologique est que la composante extracôtière de la ZEL du terminal maritime subit des niveaux modérés de perturbation. La voie navigable sur le Saint-Laurent est active et on observe également des activités portuaires touristiques et commerciales à proximité de la ZDP.

Avec la mise en place des mesures d'atténuation recommandées, on prévoit que les effets négatifs possibles d'un changement dans l'habitat des poissons marins pendant la phase de construction ne

seront pas significatifs. Le niveau de confiance des prévisions est élevé en raison de la connaissance des effets de la perturbation des poissons et de leur habitat ainsi que de la réhabilitation, de l'empreinte limitée des activités, de la durée temporaire des activités de construction, de la mobilité des espèces indicatrices clés (peuvent éviter les effets) et de l'efficacité prévue des mesures d'atténuation (recolonisation naturelle).

10.5.5.2 Exploitation

Les effets du projet sur l'habitat des poissons marins seront plus prononcés pendant la phase de construction. Pendant la phase d'exploitation, les chevalets marins et les postes d'accostage pourraient créer un effet d'ombre dans la zone, susceptible de nuire à la végétation aquatique et d'avoir un effet nuisible sur certaines espèces de poissons. Les infrastructures maritimes pourraient aussi servir de refuge et avoir un effet positif sur l'habitat d'autres organismes marins. Les effets des hélices pendant l'exploitation sont abordés dans la section 2.2.4 de la partie C.

Les descripteurs suivants sont utilisés pour caractériser l'effet résiduel (un changement dans l'habitat des poissons) pendant la phase d'exploitation :

- Le type est négatif et positif car les activités d'exploitation peuvent porter atteinte à l'habitat de certaines espèces tout en créant un habitat pour d'autres;
- l'intensité de l'effet est faible parce que la perte d'habitat n'aura pas de répercussions sur la viabilité ni sur les populations, ni ne provoquera la perte de la biodiversité dans la ZEL;
- l'étendue géographique correspond à la ZDP parce que toute modification, perturbation ou destruction de l'habitat pendant l'exploitation sera limitée à l'empreinte du projet;
- la durée : les effets seront à moyen terme car on prévoit qu'ils dureront pendant l'exploitation du projet;
- la fréquence : les effets devraient être continus car on prévoit qu'ils dureront pendant l'exploitation du projet;
- les effets seront à la fois irréversibles et réversibles : irréversibles pendant que les structures maritimes sont en place en cours d'exploitation, mais réversibles si les structures sont retirées pendant la désaffectation;
- le contexte écologique est que la composante extracôtière de la ZEL du terminal maritime subit des niveaux modérés de perturbation. La voie navigable sur le Saint-Laurent est active et on observe également des activités portuaires touristiques et commerciales à proximité de la ZEL.

En bref, avec la mise en place des mesures d'atténuation recommandées, on prévoit que les effets négatifs possibles d'un changement dans l'habitat des poissons marins pendant la phase d'exploitation ne seront pas significatifs. Il pourrait y avoir des effets positifs sur certaines espèces en raison de l'effet de refuge créé par les infrastructures marines. Le niveau de confiance des prévisions est élevé en raison de la mise en place des mesures d'atténuation recommandées, de l'empreinte limitée des effets, de la mobilité des espèces indicatrices clés et de la durée moyenne du projet quant aux effets prévus.

10.5.6 Changement dans le comportement du poisson

10.5.6.1 Construction

On a constaté que l'augmentation des niveaux du TSS provoquait des effets comportementaux chez les poissons, notamment des réactions d'élargissement des branchies et de toux, dont la fréquence augmente avec l'augmentation de la concentration du TSS. L'évitement est la principale réaction des poissons devant des zones où le TSS est élevé (Newcomb et Jensen, 1996). On prévoit que les sédiments en suspension seront limités, aussi bien dans le temps que dans l'espace. On prévoit que la plupart des sédiments se déposeront en quelques heures dans la ZDP. Si des sédiments en suspension atteignent des niveaux élevés au-delà de ceux que l'on retrouve normalement dans la ZDP lorsque les courants sont forts ou pendant les tempêtes, on prévoit que les poissons éviteront la zone pendant un temps limité. On ne croit pas que le TSS joue un rôle clé pour les poissons des pêches CRA et pour les ESP dans la zone, et les effets seront minimes.

Les bruits sous-marins produits par les activités de construction et les ouvrages physiques peuvent provoquer chez certaines espèces de poissons une perturbation comportementale qui peut modifier leur capacité d'exécuter les processus de leur cycle de vie. Les bruits et les vibrations sous l'eau peuvent aussi entraîner la dispersion localisée des populations de poissons des pêches CRA, nuisant ainsi à la capturabilité. Les sources possibles de bruits sous-marins pendant la construction comprennent l'enfoncement des pieux, l'installation des chevalets et des postes d'accostage, ainsi que l'utilisation de chalands et l'exploitation de remorqueurs d'escorte et de port. Les changements de comportement en réaction aux bruits sous-marins sont fonction de différentes variables : l'ampleur et la durée des bruits, la distance de la source des bruits, les espèces, ainsi que l'activité de l'espèce au moment de l'émission du bruit (Popper et Hawkins, 2012).

Selon certaines études, la réaction la plus fréquente des poissons aux bruits sous-marins est une brève réaction de sursaut dès le début des bruits impulsifs (p. ex., à l'enfoncement de pieux par percussion) (Feist *et al.*, 1992; Nedwell *et al.*, 2006; Wardle *et al.*, 2001). Les bruits sous-marins puissants peuvent aussi faire en sorte que les poissons et les invertébrés évitent temporairement la zone de construction; on ne connaît toutefois pas la distance à partir de laquelle cette réaction se manifeste. Compte tenu de la présence d'un habitat convenable à l'extérieur de la ZEL, on estime que l'évitement localisé n'aura qu'un effet minime sur le comportement des poissons marins et des invertébrés. La question la plus préoccupante est la possibilité d'interactions pendant les périodes particulièrement sensibles, comme le frai du hareng atlantique dans la ZEL. Des mesures d'atténuation lors de l'enfoncement de pieux (p. ex., l'utilisation d'une masse vibrante lorsqu'il est techniquement possible de le faire et l'utilisation de barrages à bulles d'air s'il faut recourir à des masses à percussion) contribueront à réduire les niveaux acoustiques émis dans l'environnement marin et dans la zone où les poissons et les invertébrés peuvent être touchés.

L'éclairage artificiel peut attirer certaines espèces de poissons dans la zone, ce qui peut influencer sur leur comportement alimentaire ainsi que sur le comportement d'évitement de leurs prédateurs. L'éclairage sera utilisé au besoin pendant la construction des installations et, bien que l'éclairage artificiel associé au projet puisse modifier le comportement des poissons, il sera limité à une zone géographique relativement

petite. Des mesures d'atténuation seront mises en place afin de réduire les effets possibles, et il pourrait s'agir d'installer des appareils d'éclairage directionnels et entièrement masqués.

Les descripteurs suivants sont utilisés pour caractériser l'effet résiduel (un changement dans le comportement des poissons) pendant la phase de construction :

- Le type est négatif car il y aura un changement de comportement des poissons dans la zone en raison des effets du TSS, des bruits et de la lumière artificielle produits par le projet;
- l'intensité est faible car aucun changement du comportement des espèces de poissons n'aura des répercussions sur la viabilité ou la biodiversité des populations dans la ZEL;
- l'étendue géographique est limitée à la ZEL;
- la durée est courte car les bruits ne seront produits par les navires que pendant la construction;
- la fréquence correspond à des événements réguliers multiples car, pendant les activités de construction, ils se produiront à des intervalles réguliers pendant toute la durée des travaux;
- l'effet sera réversible car tout comportement d'évitement ne devrait se produire que pendant la construction;
- le contexte écologique est que la composante extracôtière de la ZEL du terminal maritime subit des niveaux modérés de perturbation. La voie navigable sur le Saint-Laurent est active et on observe également des activités portuaires touristiques et commerciales à proximité de la ZDP.

La planification des travaux dans l'eau doit se faire en tenant compte des périodes de sensibilité biologique des espèces associées aux pêches CRA (p. ex., stades de reproduction), comme convenu lors des discussions avec le MPO et d'autres organismes de réglementation. Les travaux doivent être réalisés dans le respect des mesures visant à éviter les dommages causés au poisson et à son habitat (MPO, 2013c).

Avec la mise en place des mesures d'atténuation recommandées, on prévoit que les effets négatifs possibles d'un changement dans le comportement des poissons marins pendant la construction ne seront pas significatifs. Le niveau de confiance des prévisions varie de moyenne à élevée en raison de la connaissance actuelle du comportement des poissons, de l'empreinte limitée des activités de construction, de la mobilité des espèces indicatrices clés et de l'efficacité prévue des mesures d'atténuation. Il existe une certaine incertitude quant au niveau de confiance en raison du manque d'analyses définitives sur les effets des bruits sous-marins sur le comportement des poissons.

10.5.6.2 Exploitation

Les bruits sous-marins provenant des navires pendant l'exploitation seront concentrés dans la zone des postes d'accostage, et ils devraient être principalement dus aux remorqueurs qui aident les transporteurs de brut à quai dans la ZDP. Les effets possibles des bruits produits par la navigation et le mouvement des navires de soutien associés au projet, de même que les mesures visant à atténuer ces effets, sont évalués séparément dans la section 2.2 de la partie C.

Bien que les effets du projet sur le comportement des poissons marins seront plus marqués pendant la phase de construction, les activités pendant la phase d'exploitation pourront avoir des répercussions en raison de perturbations sensorielles et physiques à la fois périodiques et soutenues. Comme c'est aussi

le cas pendant la construction, l'éclairage pendant la phase d'exploitation peut avoir des répercussions sur le comportement des poissons. Les effets négatifs du projet seront réduits grâce aux mesures d'atténuation, mais les effets résiduels sur les poissons marins et sur leur comportement devraient subsister.

Les descripteurs suivants sont utilisés pour caractériser l'effet résiduel (un changement dans le comportement des poissons) pendant la phase d'exploitation :

- le type est négatif car il y aura changement dans le comportement des poissons dans la zone en raison de l'éclairage utilisé pendant la phase d'exploitation;
- l'intensité est faible car aucun changement dans le comportement des espèces de poissons n'aura de répercussions sur la viabilité ou la biodiversité des populations dans la ZEL;
- l'étendue géographique des effets est limitée à la ZEL;
- la durée des effets de l'éclairage est moyenne car ces effets seront limités pendant toute la phase d'exploitation;
- la fréquence correspond à des événements réguliers multiples car l'éclairage respectera un horaire pendant la phase d'exploitation des installations;
- l'effet sera réversible car tout changement à court terme dans le comportement des poissons sera limité et de courte durée;
- le contexte écologique est que la composante extracôtière de la ZEL du terminal maritime subit des niveaux modérés de perturbation. La voie navigable sur le Saint-Laurent est active et on observe également des activités portuaires touristiques et commerciales à proximité de la ZEL.

Avec la mise en place des mesures d'atténuation recommandées, on prévoit que les effets négatifs possibles d'un changement dans le comportement des poissons marins et leur habitat pendant la phase d'exploitation ne seront pas significatifs. Le niveau de confiance des prévisions est élevé en raison de la connaissance du comportement des poissons, de l'empreinte limitée des effets, de la mobilité des espèces indicatrices clés et de l'efficacité prévue des mesures d'atténuation.

Le tableau 10-7 résume les effets résiduels des phases de construction et d'exploitation du terminal maritime de Cacouna sur les poissons marins et leur habitat.

10.6 Effets cumulatifs

Un effet cumulatif survient lorsqu'un effet résiduel du projet se conjugue aux effets d'autres activités concrètes réalisées par le passé ou en voie de réalisation. Pour en savoir plus sur les méthodes d'évaluation des effets cumulatifs, se reporter au volume 1, section 6. Des activités concrètes antérieures ou en cours de réalisation ont modifié les conditions de référence pour l'évaluation des effets du projet (consulter la section 10.2). C'est pourquoi les effets d'autres activités concrètes antérieurs ou actuelles conjugués aux effets du projet sont pris en compte dans l'évaluation des effets résiduels du projet sur l'environnement (voir la section 10.5). Ces activités concrètes, de même que des activités concrètes certaines et raisonnablement prévisibles, sont présentées au tableau 10-8.

Pour connaître la méthode utilisée pour déterminer l'importance des effets cumulatifs, consulter le volume 7.

Tableau 10-7 Effets résiduels sur le poisson marin et son habitat – Complexe du terminal maritime de Cacouna

Phase du projet	Mesure d'atténuation	Caractéristiques des effets résiduels							Importance	Niveau de confiance	Probabilité d'effets significatifs	Surveillance et suivi
		Type	Intensité	Étendue géographique	Durée	Fréquence	Réversibilité	Contexte écologique et socio-économique				
TERMINAL MARITIME DE CACOUNA (COMPOSANTE EXTRACÔTIÈRE)												
Changement dans la santé du poisson												
Construction	Voir la section 10.4	N/P	F	ZEL	C	MR	R/IR	M	N	M/É	S. O.	Voir la section 10.8
Exploitation	Voir la section 10.4	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	Voir la section 10.8
Démantèlement et cessation d'exploitation ¹												
Changement dans l'habitat du poisson												
Construction	Voir la section 10.4	N	F	ZDP	C	P	R	M	N	É	S. O.	Voir la section 10.8
Exploitation	Voir la section 10.4	N/P	F	ZDP	M	C	I/R	F	N	É	S. O.	Voir la section 10.8
Démantèlement et cessation d'exploitation ¹												
Changement dans le comportement du poisson												
Construction	Voir la section 10.4	N	F	ZEL	M	MR	R	M	N	M/É	S. O.	Voir la section 10.8
Exploitation	Voir la section 10.4	N	F	ZEL	M	MR	R	M	N	É	S. O.	Voir la section 10.8
NOTE :												
¹ Démantèlement et abandon– Voir volume 1, section 8.												

Tableau 10-7 Effets résiduels sur le poisson marin et son habitat – Complexe du terminal maritime de Cacouna (cont.)

LÉGENDE			
Type	Durée	Réversibilité	Niveau de confiance
P Positif	C Courte	R Réversible	F Faible
N Négatif	M Moyenne	I Irréversible	M Modéré
Nt Neutre	L Longue	Contexte écologique et socio-économique	É Élevé
Intensité	Fréquence	N Perturbation négligeable ou limitée	Probabilité d'effets significatifs
N Négligeable	P L'effet (ou l'événement) ne se produit qu'une seule fois.	F Perturbation faible	F Faible
F Faible	MI L'effet se produit sporadiquement (et par intermittence).	M Perturbation modérée	M Moyenne
M Modérée	MR L'effet se produit de façon répétée et régulière.	É Perturbation élevée	É Élevée
É Élevée	C L'effet est continu.	Importance	S. O. Sans objet
		S Significatif	
		N Non significatif	

Tableau 10-8 Effets cumulatifs potentiels sur le poisson marin et son habitat – Terminal maritime de Cacouna

Autres activités concrètes ayant un potentiel d'effets cumulatifs	Effets cumulatifs potentiels			Justification
	Changement dans la santé	Changement dans l'habitat	Changement dans le comportement	
Activités concrètes antérieures ou actuelles				
Utilisation industrielle des terres (y compris les infrastructures maritimes du port de Cacouna)	✓	✓	✓	<p>L'utilisation industrielle antérieure et actuelle des terres associée à la construction et à l'exploitation, combinée à la présence des infrastructures maritimes connexes, pourrait se traduire par des effets environnementaux se conjuguant aux effets associés au terminal maritime Énergie Est de Cacouna proposé, et il en résulterait des changements cumulatifs sur le plan de la santé, de l'habitat et du comportement des poissons. Les effets cumulatifs potentiels regroupent les suivants :</p> <p><i>Changement dans la santé</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • perte directe d'espèces benthiques • augmentation des concentrations du TSS <p><i>Changement dans l'habitat</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • perte directe d'habitat • modification du type d'habitat <p><i>Changement dans le comportement</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • augmentation des émissions sonores • augmentation des émissions lumineuses
Circulation des navires (y compris les vraquiers, les porte-conteneurs, les navires de croisière et les navires de pêche commerciale)	S. O.	S. O.	✓	<p>La circulation antérieure et actuelle des navires dans la ZEL et la ZER pourrait causer des effets recoupant les effets associés à la construction et à l'exploitation du terminal maritime Énergie Est de Cacouna proposé, et il en résulterait des changements cumulatifs dans le comportement du poisson marin. Les effets cumulatifs potentiels regroupent les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • augmentation des émissions sonores, • augmentation des émissions lumineuses. <p>Dans la ZER, la circulation des navires ne devrait pas entraîner, sur le plan de la santé du poisson ou de son habitat, de changements susceptibles de se conjuguer aux effets résultant du terminal maritime Énergie Est de Cacouna.</p> <p>À noter : les effets cumulatifs potentiels découlant de la circulation des navires associée au terminal maritime Énergie Est de Cacouna sont abordés dans la partie C du volume 4.</p>

Tableau 10-8 Effets cumulatifs potentiels sur le poisson marin et son habitat – Terminal maritime de Cacouna

Autres activités concrètes ayant un potentiel d'effets cumulatifs	Effets cumulatifs potentiels			Justification
	Changement dans la santé	Changement dans l'habitat	Changement dans le comportement	
Pêche commerciale	✓	S. O.	S. O.	<p>Les activités de pêche commerciale antérieures et actuelles dans la ZEL et la ZER pourraient causer des effets se conjuguant aux effets résultant de la construction et de l'exploitation du terminal maritime d'Énergie Est proposé de Cacouna, et il en résulterait des changements cumulatifs sur le plan de la santé des poissons marins. Les effets cumulatifs potentiels regroupent les suivants :</p> <p><i>Changement dans la santé</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • mortalité directe d'espèces benthiques (p. ex., l'oursin vert) <p>Dans la ZER, la pêche commerciale ne devrait pas entraîner, sur le plan de l'habitat marin ou du comportement des poissons, de changements susceptibles de se conjuguer aux effets résultant du terminal maritime Énergie Est de Cacouna.</p>
Dragage et rejet en mer	✓	✓	✓	<p>Les activités de dragage et de rejet en mer antérieures et actuelles dans la ZEL et la ZER pourraient causer des effets se conjuguant aux effets résultant de la construction et de l'exploitation du terminal maritime proposé de Cacouna d'Énergie Est, et il en résulterait des changements cumulatifs sur le plan de la santé, de l'habitat et du comportement des poissons marins. Les effets cumulatifs potentiels regroupent les suivants :</p> <p><i>Changement dans la santé</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • mortalité directe d'espèces benthiques (en raison du déversement latéral de matériaux durant la préparation du site) <p><i>Changement dans l'habitat</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • modification de l'habitat (dans les zones de perturbation du fond marin) <p><i>Changement dans le comportement</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • augmentation des émissions sonores

Tableau 10-8 Effets cumulatifs potentiels sur le poisson marin et son habitat – Terminal maritime de Cacouna

Autres activités concrètes ayant un potentiel d'effets cumulatifs	Effets cumulatifs potentiels			Justification
	Changement dans la santé	Changement dans l'habitat	Changement dans le comportement	
Activités concrètes certaines et raisonnablement prévisibles				
Augmentation de la navigation sur le Saint-Laurent (y compris la navigation associée à tous les projets futurs énumérés ci-dessous)	S. O.	S. O.	✓	L'augmentation future de la circulation maritime dans la ZEL et la ZER pourrait causer des effets recoupant ceux de la construction et de l'exploitation du terminal maritime Énergie Est de Cacouna proposé, et il en résulterait des changements cumulatifs dans le comportement du poisson marin. Les effets cumulatifs potentiels regroupent les suivants : <ul style="list-style-type: none"> • augmentation des émissions sonores, • augmentation des émissions lumineuses. Dans la ZER, l'augmentation de la circulation maritime ne devrait pas entraîner, sur le plan de la santé du poisson ou de son habitat, de changements susceptibles de se conjuguer aux effets associés au terminal maritime Énergie Est de Cacouna À noter : les effets cumulatifs potentiels associés à la navigation dans le terminal maritime de Cacouna d'Énergie Est sont abordés dans la Partie C du Volume 4.
Projet minier Fire Lake North (à l'exclusion des augmentations de la navigation, qui sont abordées ci-dessus)	S. O.	S. O.	S. O.	L'aire de stockage du minerai pour ce projet est située à Sept-Îles. Les effets de ce projet, dont l'emplacement est à environ 300 km du terminal maritime de Cacouna, ne devraient pas recouper dans l'espace ceux du présent projet.
Projet de minerai de fer Kami (à l'exclusion de l'augmentation de la navigation, qui est abordée ci-dessus)	S. O.	S. O.	S. O.	Le concentré du minerai exploité provenant de ce projet serait transbordé dans des navires pour être livré aux clients à partir du port de Sept-Îles. Les effets de ce projet, dont l'emplacement est à environ 300 km du terminal maritime de Cacouna, ne devraient pas recouper ceux du présent projet.
Projet minier Arnaud (à l'exclusion de l'augmentation de la navigation, qui est abordée ci-dessus)	S. O.	S. O.	S. O.	Le concentré d'apatite provenant de ce projet sera transbordé au port de Sept-Îles. Les effets de ce projet, dont l'emplacement est à environ 300 km du terminal maritime de Cacouna, ne devraient pas recouper ceux du présent projet.

Tableau 10-8 Effets cumulatifs potentiels sur le poisson marin et son habitat – Terminal maritime de Cacouna

Autres activités concrètes ayant un potentiel d'effets cumulatifs	Effets cumulatifs potentiels			Justification
	Changement dans la santé	Changement dans l'habitat	Changement dans le comportement	
Projet d'aménagement et programme décennal de dragage d'entretien du Parc maritime de la Pointe de Rivière-du-Loup	✓	✓	✓	<p>Ce projet se déroulerait à environ 10 km du présent projet (Complexe du terminal maritime de Cacouna). Les périodes de construction des deux projets se chevaucheraient, de sorte que les effets du projet d'aménagement recouperaient les effets découlant de la construction et de l'exploitation du terminal maritime proposé de Cacouna d'Énergie Est, et il en résulterait des changements cumulatifs sur le plan de la santé du poisson marin, de son habitat et de son comportement. Les effets cumulatifs potentiels regroupent les suivants :</p> <p>Changement dans la santé</p> <ul style="list-style-type: none"> • mortalité directe d'espèces benthiques <p>Changement dans l'habitat</p> <ul style="list-style-type: none"> • modification de l'habitat (dans les zones de perturbation du fond marin) <p>Changement dans le comportement</p> <ul style="list-style-type: none"> • augmentation des émissions sonores
Parc nautique de Saint-Jean-Port-Joli Dragage décennal et approfondissement de la partie est du bassin	S. O.	S. O.	S. O.	Les effets de ce projet, situé à environ 100 km du terminal maritime de Cacouna, ne devraient pas recouper ceux du présent projet.
NOTES :				
✓ Indique que les effets du projet agiront vraisemblablement de façon cumulative avec ceux d'autres activités concrètes.				
S.O. Indique que les effets du projet n'agissent pas de façon cumulative avec ceux d'autres activités concrètes.				

10.6.1 Évaluation des effets cumulatifs potentiels

10.6.1.1 Scénario de l'état de référence

D'autres activités et projets maritimes antérieurs et actuels, notamment les composantes maritimes associées aux utilisations industrielles des terres, la circulation des navires, la pêche commerciale ainsi que le dragage et le dépôt de sédiments ont modifié les conditions environnementales de base dans la ZEL et la ZER. Des activités concrètes associées à ces projets antérieurs ou en cours de réalisation, comme le remplissage, le dragage, le dépôt de matières draguées, de même que des effets tels que l'augmentation des émissions sonores, des concentrations du TSS et des émissions lumineuses, ont influé sur l'environnement existant, ou de base, dans lequel se situe le terminal maritime Énergie Est de Cacouna proposé. Compte tenu de l'influence exercée par ces projets et activités sur les conditions environnementales existantes du poisson marin et de son habitat, ils ont été intégrés au sommaire des conditions de référence présenté à la section 10.2.

Les effets résiduels du projet sur le poisson et son habitat ne devaient pas se conjuguer aux effets résultant des activités de transport maritime en cours dans la ZER. Les effets cumulatifs potentiels résultant des activités de transport maritime associées au projet sont abordés dans la partie C du volume 4. Quant à la pêche commerciale, elle ne devrait entraîner pour le poisson marin, son habitat ou son comportement, aucun changement susceptible de se conjuguer aux effets découlant du terminal maritime Énergie Est de Cacouna.

10.6.1.2 Scénario avec le projet

Les effets résiduels du terminal maritime Énergie Est de Cacouna proposé correspondent aux modifications de l'environnement existant du poisson marin et de son habitat résultant du projet, dans le scénario de l'état de référence, y compris les effets des activités concrètes antérieures et actuelles. Les effets d'autres projets et activités antérieures ou actuelles, combinés aux effets découlant du projet, sont pris en compte dans l'évaluation des effets résiduels du projet (se reporter à la section 10.5). Les effets résiduels sur le poisson marin et son habitat associés aux conditions de mise en œuvre regroupent les changements sur le plan de la santé des poissons, de leur habitat et de leur comportement. Les mesures d'atténuation proposées afin de réduire les effets néfastes pour le poisson et son habitat (p. ex., l'utilisation de vibrofonceurs lorsque c'est faisable) sont également décrites pour les conditions de mise en œuvre à la section 10.5.

10.6.1.3 Scénario avec le projet et les développements prévisibles

On prévoit que les effets du transport maritime future et du projet de dragage de Rivière-du-Loup sur les poissons marins, énumérés dans le tableau 10-8 qui précède, chevaucheront, dans l'espace et dans le temps, les effets reliés au projet.

L'augmentation du transport sur le Saint-Laurent contribuera aux émissions sonores dans la ZER. À proximité du terminal maritime de Cacouna, les effets de cette augmentation de la navigation sur les poissons marins pourraient chevaucher les effets reliés au projet. Les types de navires qui contribueront à l'augmentation de la navigation devraient être semblables à ceux qui circulent actuellement dans cette

zone; les effets devraient donc être semblables aux effets de la circulation maritime actuelle. Les effets cumulatifs associés aux conditions de développement prévues devraient être semblables à ceux des conditions de mise en œuvre. De plus, plusieurs des projets dont on prévoit qu'ils contribueront à l'augmentation de la navigation sont situés à Sept-Îles et dans les environs, à quelque 300 km en aval sur le Saint-Laurent. La distance entre les navires océaniques associés à ces projets et le terminal maritime de Cacouna serait telle que les effets de ces projets ne devraient pas se chevaucher dans l'espace.

Les changements sur le plan de la santé des poissons marins résultant d'autres composantes maritimes associées à des utilisations industrielles des terres (p. ex., le port de Cacouna), de la pêche commerciale, d'activités de dragage routinières et d'immersion en mer, de même que de projets futurs, comme le projet de dragage de Rivière-du-Loup, devraient recouper, dans l'espace et dans le temps, les effets découlant du terminal maritime Énergie Est de Cacouna. Ces autres projets et activités ont entraîné une perte directe d'organismes benthiques et une augmentation occasionnelle des concentrations du TSS résultant de la construction d'infrastructures maritimes et d'activités de dragage partout dans la ZER. La plupart des effets sur la santé du poisson ont été observés à l'intérieur des empreintes de la construction maritime (p. ex., étouffement des organismes benthiques) et dans les zones immédiatement adjacentes (p. ex., dispersion du TSS), avec des effets généralisés sur la santé du poisson découlant de la pêche commerciale. Les activités associées à ces effets font l'objet de l'obtention d'un permis (comme dans le cas de la pêche commerciale) sinon d'une autorisation en vertu de la Loi sur les pêches et des politiques connexes. L'augmentation de la navigation maritime ne devrait pas, en ce qui concerne la santé du poisson dans la ZER, entraîner de changements susceptibles de se conjuguer aux effets issus du terminal maritime Énergie Est de Cacouna.

Les changements sur le plan de l'habitat des poissons marins résultant d'autres composantes maritimes associées à des utilisations industrielles des terres (p. ex., le port de Cacouna), d'activités de dragage routinières et d'immersion en mer, de même que de projets futurs, comme le projet de dragage de Rivière-du-Loup, devraient recouper, dans l'espace et dans le temps, les effets découlant du terminal maritime Énergie Est de Cacouna. Ces autres projets et activités ont entraîné une perte directe d'habitat et des changements dans les types d'habitats résultant de la construction d'infrastructures maritimes et d'activités de dragage partout dans la ZER. La plupart des effets sur l'habitat du poisson (comme ceux associés au dragage ou au remplissage) ont été observés à l'intérieur des empreintes de la construction maritime et dans les zones de dépôt de matières draguées. Les activités associées à ces effets sont assujetties à la délivrance d'un permis (notamment l'immersion en mer) et à certaines mesures requises par la Loi sur les pêches et les politiques connexes. En ce qui concerne l'habitat des poissons dans la ZER, l'augmentation du transport maritime ne devrait pas entraîner de changements susceptibles de se conjuguer aux effets résultant du terminal maritime Énergie Est de Cacouna.

Les changements sur le plan du poisson marin et de son habitat résultant d'autres composantes maritimes associées à des utilisations industrielles des terres (p. ex., le port de Cacouna), de la circulation maritime (actuelle, passée et future) et de projets futurs, comme le projet de dragage de Rivière-du-Loup, devraient recouper, dans l'espace et dans le temps, les effets découlant du terminal maritime Énergie Est de Cacouna. Ces autres projets et activités ont entraîné une augmentation de la perturbation sensorielle des espèces de poisson en raison de la construction et de l'exploitation d'infrastructures maritimes, de la circulation des navires et d'activités de dragage ou d'immersion partout dans la ZER. La plupart des effets sur le comportement du poisson sont transitoires (p. ex., liés au

passage d'un navire), temporaires (liés à des périodes de construction maritime) ou restreints à des zones d'influence associées à des émissions sonores et lumineuses sous l'eau (comme les zones de gestion des navires). Compte tenu de la distance séparant ces projets et activités, bon nombre de ces émissions ne se recouperont pas.

Le projet de dragage de Rivière-du-Loup comprend le dragage d'entretien et les travaux connexes dans une marina utilisée essentiellement à des fins récréatives et touristiques. Les émissions sonores devraient être localisées et trop faibles pour contribuer substantiellement aux effets cumulatifs du projet.

10.7 Rapports additionnels

Parmi les rapports additionnels sur la CV « poisson marin et son habitat », il y aura un Rapport de données techniques. Ces rapports additionnels seront déposés auprès de l'ONÉ au quatrième trimestre de 2014.

10.8 Surveillance et suivi

La surveillance des travaux de construction aura lieu dans le cadre du programme d'inspection environnemental d'Énergie Est. Des inspecteurs en environnement seront présents sur place durant la construction des installations. Ils surveilleront les activités et s'assureront qu'elles sont conformes aux obligations relatives à la réglementation et aux mesures d'atténuation décrites dans le plan de protection de l'environnement préparé pour le projet (se reporter au volume 8). Énergie Est pourrait aussi faire appel à des spécialistes des ressources naturelles (comme des spécialistes en biologie marine) pour surveiller certains aspects de la construction.

Aucun autre programme de surveillance ou de suivi n'est requis.

10.9 Références

- Auld, A. H. et J. R. Schubel. 1978. Effects of suspended sediment on fish eggs and larvae: A
- Bergeron, P. et Y. Ménard. 1993. Structure de la population d'éperlan arc-en-ciel anadrome (*Osmerus mordax*) durant la fraye en 1990, 1991 et 1992 dans trois rivières de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Québec. Rapp. tech. 93-xx. 45 pp.
- Bilodeau, P., et H. Massé. 2005. Étude de la reproduction de l'alose savoureuse (*Alosa sapidissima*) du Saint-Laurent par l'écoute des clapotements. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil. Rapport technique 16-24, ix + 33 pp + annexes.
- Birch, G., et L. O'Hea. 2007. The chemistry of suspended particulate material in a highly contaminated embayment of Port Jackson (Australia) under quiescent, high-wind and heavy-rainfall conditions. *Environ. Geol.* 53: 501-516.
- Blaxter, J.H.S., 1990. The herring. *Biologist* 37(1):27-31.

- Bourgeois, M. et R. Dufour. 2007. Zones d'importance écologique et biologique (ZIEB) de l'estuaire et du golfe du saint-laurent : identification et caractérisation. MPO, Secrétariat canadien de consultation scientifique, avis scientifique, 2007/016, p. 14.
- Bourget, G. 2011. Réseau d'inventaire des poissons de l'estuaire (RIPE) – Bilan de l'année 2009, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise Faune-Forêts-Territoire, Direction générale du Bas-Saint-Laurent, p. 48.
- Bourget, G. 2012. Suivi de la reproduction de l'éperlan arc-en-ciel dans la rivière Fouquette et caractérisation des dépôts d'oeufs dans l'ensemble des frayères, pour l'année 2012. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction générale du Bas-Saint-Laurent. Direction de l'expertise Faune-Forêts-Territoire. 54 p.
- Bourget, G. K. Belzile, M. Tremblay, C. Larue, P. Gagnon. 2012. Réseau d'inventaire des poissons de l'estuaire (RIPE) –Synthèse de l'année 2011, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise Faune-Forêts-Territoire, Direction générale du Bas-Saint-Laurent, 10 p. Disponible en ligne à l'adresse : <ftp://ftp.mrnf.gouv.qc.ca/Public/Defh/Publications/2012/Bourget%20et%20al.%20Reseau%20inventaire%20RIPE.pdf>. Consulté en mars 2014.
- Boutin, P. 2011. Suivi de la reproduction de l'éperlan sur la rivière Kamouraska. Cégep de La Pocatière, Centre d'études collégiales de Montmagny. p. 14.
- Bui, S., F. Oppedal, O.J. Korsoen, D. Sonny et T. Dempster. 2013. Group behavioural responses of Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) to light, infrasound and sound stimuli. PLoS ONE 8(5): e63696. doi:10.1371/journal.pone.0063696.
- Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE). 2013. Projet d'aménagement du Parc maritime de la Pointe de Rivière-du-Loup par la Corporation du carrefour maritime de Rivière-du-Loup. Bureau d'audiences publiques sur l'environnement. Québec (Québec).
- Carr, S.A., M.H. Laurinolli, C.D.S. Tollefsen, S.P. Turner. 2006. Cacouna Energy LNG Terminal : Assessment of Underwater Noise Impacts. JASCO Research Ltd. Préparé pour Golder Associates Ltd., Montréal (Québec). Février 2006. Disponible à l'adresse : http://www.ceaa.gc.ca/050/documents_staticpost/cearef_7440/C-0098.pdf. Consulté en mars 2014.
- Carrier, D., R. Bossé et G. Trencia. 1982. Étude de la fraye de l'éperlan en 1982 à la rivière Boyer, comté de Bellechasse, et synthèse des renseignements sur la fraye compilés depuis 1978. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec. p. 22.
- CH2M HILL. 2000. Appendix A: Suspended Sediment Effects on Fish – A Literature Review. p. 13.
- Chabot, R., et A. Rossignol. 2003. Algues et faune du littoral du Saint-Laurent maritime: guide d'identification. Institut des sciences de la mer de Rimouski, Rimouski, et Pêches et Océans Canada, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli, p. 113.
- Chapman, D.M. et D.D. Ellis. 1998. The Elusive Decibel: Thoughts on Sonars and Marine Mammals. Canadian Acoustics 26(2):29-31.

- Christian, J.R. C.G.J. Grant, J.D. Meade et L.D. Noble. 2010. Habitat Requirements and Life History Characteristics of Selected Marine Invertebrate Species Occurring in the Newfoundland and Labrador Region. Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques. 2925: vi + p. 207.
- Comité aviseur sur la réintroduction du bar rayé, 2001. Plan d'action pour la réintroduction du bar rayé (*Morone saxatilis*) dans l'estuaire du Saint-Laurent. Société de la faune et des parcs du Québec, Québec, p. 41.
- Commission de développement économique des Premières Nations du Québec et du Labrador (CDEPNQL). 2010. Première nation Malécite de Viger. Disponible à l'adresse : http://www.cdepnql.org/index_eng.aspx. Consulté en mars 2014.
- Commission OSPAR. 2008. Biodiversity Series: Literature Review on the Impacts of Dredged Sediment Disposal at Sea.
- Commission OSPAR. 2009. Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment. Biodiversity Series. 133 pp.
- Dufour, R., et Ouellet, P. 2007. Rapport d'aperçu et d'évaluation de l'écosystème marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques. 2744F: vii + p. 112.
- Dutil, J.-D., Nozères, C., Scallon-Chouinard, P.-M., Van Guelpen, L., Bernier, D., Proulx, S., Miller, R., et Savenkoff, C. 2009. Poissons connus et méconnus des fonds marins du Saint-Laurent. *Naturaliste canadien*, Vol.133, pp. 70-82.
- Dutil, J.D., S. Proulx, P. S. Galbraith, J. Chassé, N. Lambert et C. Laurian. 2012. Coastal and epipelagic habitats of the estuary and Gulf of St. Lawrence. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques. 3009: ix + p. 87. Disponible à l'adresse : http://publications.gc.ca/collections/collection_2012/mpo-dfo/Fs97-6-3009-eng.pdf. Consulté en mars 2014.
- Dutil, J.-D., S. Proulx, P.-M. Chouinard, et D. Borcard. 2011. A hierarchical classification of the seabed based on physiographic and oceanographic features in the St. Lawrence. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques. n° 2916. p. 72. Disponible à l'adresse : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/342703.pdf>. Consulté en février 2014.
- Enger P. S. Hearing in herring. *Comparative Biochemistry and Physiology* 1967; 22:527-538.
- Équipe de rétablissement de l'alose savoureuse. 2001. Plan d'action pour le rétablissement de l'alose savoureuse (*Alosa sapidissima* Wilson) au Québec. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction du développement de la faune. p. 27.
- Équipe de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel du Québec. 2008. Plan de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) au Québec, population du sud de l'estuaire du Saint-Laurent – mise à jour 2008-2012. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Faune Québec. p. 48.
- Fay, R.R. 1988. Hearing in Vertebrates: Psychophysics Databook. Hill-Fay Associates, Winnetka, IL.

- Feist, B.E., J.J. Anderson et R. Miyamoto. 1992. Potential Impacts of Pile driving on Juvenile Pink (Oncorhynchus gorbuscha) and Chum (O. keta) Salmon Behaviour and Distribution. Pound Sounds Final Report. University of Washington.
- Forrester, W.D. 1983. Manuel canadien des marées. MPO, Service hydrographique du Canada, Ottawa, Ontario. p. 138.
- Fortier, L., et Gagné, J. A. 1990. Larval herring (Clupea harengus) dispersion, growth, and survival in the St. Lawrence Estuary: mismatch/mismatch or membership/ vagrancy? Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques, 47: 1898–1912.
- Gagnon, M. 1998. Bilan régional – Rive sud de l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Zones d'intervention prioritaire 15, 16 et 17. Environnement Canada – région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Xx + p. 76.
- Gagnon, M., Y. Ménard et Y. Lavergne. 1991. Suivi environnemental de l'estuaire moyen du Saint-Laurent, 1989-1990: Variabilité spatio-temporelle de la structure des communautés et des populations ichtyennes. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques. 1808 F: vii + p. 41.
- Galbraith, P.S., Chassé, J., Larouche, P., Gilbert, D., Brickman, D., Pettigrew, B., Devine, L., et Lafleur, C. 2013. Physical Oceanographic Conditions in the Gulf of St. Lawrence in 2012. MPO. Secrétariat canadien de consultation scientifique. Document de recherche. 2013/026. v + p. 89.
- Gilkinson, K.D., D.C.J. Gordon, K.G. Maclsaac, D.L. McKeown, E.L.R. Kenchington, C. Bourbonnais et W.P. Vass. 2005. Immediate impacts and recovery trajectories of macrofaunal communities following hydraulic clam dredging on Banquereau, eastern Canada. ICES Journal of Marine Science 62:925-947.
- Golder Associates. 2005. Environmental Baseline Study: Marine fish and fish habitat. The Cacouna Energy Project. p. 60.
- Gouvernement du Québec. 2013a. Réserve aquatique projetée de Manicouagan, Plan de conservation. Disponible à l'adresse : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aquatique/manicouagan/plan-conservation.pdf>. Consulté en mars 2014.
- Gouvernement du Québec. 2013b. Réserve de biodiversité projetée des Îles-du-Kamika, Plan de conservation. Disponible à l'adresse : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/reserves-bio/kiamika/PSC_Kiamika.pdf. Consulté en mars 2014.
- Hanson J, Helvey M, Strach R. editors. 2003. Non-fishing impacts to essential fish habitat and recommended conservation measures. Long Beach (CA): National Marine Fisheries Service (NOAA Fisheries) Southwest Region. Version 1. p. 75.
- Harvey, M. et Devine, L. 2009. Conditions océanographiques dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en 2008 : zooplancton. MPO. Secrétariat canadien de consultation scientifique. Document de recherche. 2009/083. vi + p. 54.

- Harvey, M. et L. Devine. 2007. Conditions océanographiques dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en 2006 : zooplancton. MPO. Secrétariat canadien de consultation scientifique. Document de recherche. 2007/049, p. 36.
- Hastings, M.C. et A.N. Popper. 2005. *Effects of Sound on Fish*. Subconsultants to Jones & Stokes Under California Department of Transportation Contract N°. 43A0139, Task Order 1. Funding Provided by the California Department of Transportation.
- Hawkins, A.D. et A.N. Popper. 2012. Effects of Noise on Fish, Fisheries, and Invertebrates in the U.S. Atlantic and Arctic from Energy Industry Sound-Generating Activities. Prepared for BOEM Contract M11PC00031. Prepared by Normandeau Associates, Inc. Bedford, NH.
- Holm E., N.E. Mandrak, et M.E. BurrIDGE. 2009. *The Royal Ontario Museum Field Guide to Freshwater Fishes of Ontario*. Musée royal de l'Ontario. Toronto, Ontario.
- Holst, J.C., I. Roettingen et W. Melle, 2004. The herring. In *The Norwegian Sea ecosystem*. pp. 203-226.
- Illingworth et Rodkin Inc. 2007. Compendium of Pile Driving Sound Data. California Department of Transportation. Petaluma, CA.
- Jacquaz, B., K.W. Able, et W.C. Leggett. 1977. Seasonal distribution, abundance, and growth of larval capelin (*Mallotus villosus*) in the St. Lawrence estuary and northwestern Gulf of St. Lawrence. *Journal de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada* 34(11): 2015-2029.
- Lacoste, K. N., Munro, J., Castonguay, M., Saucier, F. J., et Gagné, J. A. 2001. The influence of tidal streams on the pre-spawning movements of Atlantic herring, *Clupea harengus* L., in the St Lawrence estuary. – *ICES Journal of Marine Science*, 58: 1286–1298.
- LCPE (*Loi canadienne sur la protection de l'environnement*). 1999. Dispositions sur l'immersion en mer de la division 3 de la partie 7. Disponible à l'adresse : <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/c-15.31/>
- Marquis, A. 2013. Suivi des juvéniles d'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent en 2012. Ministère des Ressources naturelles, Direction générale du Bas-Saint-Laurent. Direction de l'expertise Faune-Forêts-Territoire. p. 46.
- Martel, M.-C., Provencher, L., Grant, C. Ellefsen, H.-F. et Pereira, S. 2009. Distribution et description des herbiers de zostère du Québec. MPO Sciences. Secrétariat canadien de consultation scientifique. Document de recherche. 2009/050. viii + p. 37. Disponible à l'adresse : http://www.dfo-mpo.gc.ca/CSAS/Csas/Publications/ResDocs-DocRech/2009/2009_050_B.pdf. Consulté en avril 2014.
- McCauley, R.D. et C.P. Salgado Kent. 2008. Pile driving underwater noise assessment, proposed Bell Bay pulp mill wharf development. Appendix C: Underwater acoustics impact study report. Préparé pour Gunns Limited.
- McCauley, R.D., J. Fewtrell, A.J. Duncan, C. Jenner, M.N. Jenner, J.D. Penrose, R.I.T. Prince, A. Adhitya, J. Murdoch et K. McCabe. 2000. Marine Seismic Surveys: Analysis and propagation of Air-gun Signals and Effects of Air-gun Exposure on Humpback Whales, Sea Turtles, Fishes and Squid. (N°. R99-15). Préparé pour l'Australian Petroleum Production and Exploration Association, Centre for Marine Science and Technology, Curtin University. Perth, Australia. p. 198.

- Metcalfe, J. D., Holford, B. H., et Arnold, G. P. 1993. Orientation of plaice (*Pleuronectes platessa*) in the open sea: Evidence for the use of external directional cues. *Marine Biology*, 117: 559–566.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP). 2014a. Territoires fauniques. Disponible à l'adresse : <http://www.mddefp.gouv.qc.ca/faune/territoires/reserve.htm>. Consulté en mars 2014.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP). 2014b. Registre des aires protégées par désignation. Disponible à l'adresse : http://www.mddefp.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/registre/reg-design/index.htm. Consulté en mars 2014.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP). 2014d. *Réserves de biodiversité / Réserves de biodiversité projetées*. Disponible à l'adresse : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/reserves-bio/index.htm>. Consulté en mars 2014.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP). 2014^e. *Réserves aquatiques / Réserves aquatiques projetées*. Disponible à l'adresse : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/aquatique/index.htm>. Consulté en mars 2014.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP). 2014c. *Pêche sportive au Québec (y compris la pêche au saumon) – Du 1^{er} avril 2014 au 31 mars 2015 Périodes, limites et exceptions - Zone 2*. Disponible à l'adresse : <http://mrnf-faune.gouv.qc.ca/peche/?lang=fr#saison=14+zone=2+espece=null+endroit=null>. Consulté en mars 2014.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1998. Capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. MPO Sciences. Rapport sur l'état des stocks : B4-03. Disponible à l'adresse : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/Csas/etat/1997/B4-03f.pdf>. Consulté en mars 2014.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1999. Caractérisation biophysique et des usages d'un secteur retenu pour la détermination d'une zone de protection marine dans l'estuaire du Saint-Laurent. Volume 3, Autres habitats et ressources importants. Problématique et enjeux.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2000. L'oursin vert des eaux côtières du Québec. Rapport sur l'état des stocks. MPO. Rapport sur l'état des stocks. C4-13.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2004. Cartes de zones de pêche commerciale – Régions du Québec et du Golfe St-Laurent. Disponibles à l'adresse <http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/peches-fisheries/fr/cartes/pdf/OPANO.pdf>. Consultées en juin 2014.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2006. Évaluation du rétablissement des populations de bar rayé (*Morone saxatilis*) de l'estuaire du Saint-Laurent, du sud du golfe du Saint-Laurent et de la baie de Fundy. MPO. Secrétariat canadien de consultation scientifique. Avis scientifique. 2006/053.

Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2008. Listes nationales de ports de pêche essentiels, de ports de pêche non essentiels, de ports de plaisance et d'administrations portuaires. Disponibles à l'adresse : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/sch-ppb/list-liste-fra.htm>. Consultées en mars 2014.

Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2009. La zostère (*Zostera marina*) remplit-elle les critères d'espèce d'importance écologique? MPO. Secrétariat canadien de consultation scientifique. Avis scientifique. 2009/018: p. 11.

Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2010. L'industrie de la pêche au Québec : Profil socio-économique 2009. Direction régionale des politiques et de l'économie – Région du Québec. Disponible à l'adresse : <http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/peches-fisheries/statistiques-statistics/documents/analyses/ProfilSocioEconometrique2009-fra.pdf>. Consulté en mars 2014.

Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2011. Évaluation de la qualité de l'habitat et de son utilisation par le bar rayé (*morone saxatilis*) de la population de l'estuaire du Saint-Laurent, Québec. MPO. Secrétariat canadien de consultation scientifique. Avis scientifique. 2010/069.

Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2012a. Évaluation de la pêche à l'oursin vert dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent en 2011. Région du Québec. Secrétariat canadien de consultation scientifique. Avis scientifique 2012/055. Disponible à l'adresse : http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/Publications/SAR-AS/2012/2012_055-fra.pdf. Consulté en mars 2014.

Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2012b. Site d'intérêt de l'estuaire du Saint-Laurent. Disponible à l'adresse : <http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/gestion-management/estuaire-estuary-fra.html>. Consulté en février 2014.

Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2013a. Permis de pêche expérimentale de l'oursin. Secteur Gaspésie–Bas-Saint-Laurent. Disponible à l'adresse : <http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/peches-fisheries/commerciale-commercial/oursin-fra.html>. Consulté en mars 2014.

Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2013b. Évaluation du stock de capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (Division 4RST). Région du Québec. Secrétariat canadien de consultation scientifique. Avis scientifique 2013/021. Disponible à l'adresse : http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/Publications/SAR-AS/2013/2013_021-fra.pdf. Consulté en avril 2014.

Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2013c. Pêches récréatives – Région du Québec. Disponible à l'adresse : <http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/peches-fisheries/recreative-recreational/index-fra.asp>. Consulté en mars 2014.

Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2013d. Zone de protection marine – Site d'intérêt. Manicouagan. Disponible à l'adresse : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans/marineareas-zonesmarines/mpa-zpm/atlantic-atlantique/factsheets-feuilles/manicouagan-fra.htm>. Consulté en février 2014.

Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2014. Le monde sous-marin. L'alose savoureuse. Disponible à l'adresse : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/publications/uww-msm/articles/shad-alose-fra.htm>. Consulté en mars 2014.

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune et Parcs du Québec (MRNFP). 2004a. Espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec. Esturgeon noir (*Acipenser oxyrinchus*).

Disponible à l'adresse : http://www.fapaq.gouv.qc.ca/fr/etu_rec/esp_mena_vuln/fiche_esp.asp?noE

- Moriyasu, M., R. Allain, K. Benhalima et R. Claytor. 2004. Effets des bruits d'origine sismique et marins sur les invertébrés : une revue de littératures. Secrétariat canadien de consultation scientifique. Document de recherche 2004/126. MPO. p. 44.
- Munro, J., Gauthier, D., et Gagné, J. A. 1998. Description d'une frayère de hareng (*Clupea harengus L.*) à l'Île aux Lièvres, dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques, 2239. 34 p.
- National Marine Fisheries Service (NMFS). 2005. Final environmental impact statement for essential fish habitat identification and conservation in Alaska. U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Alaska Region.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2008. NOAA Technical Memorandum NMFS-NE-209: Impacts to Marine Fisheries Habitat from Nonfishing Activities in the Northeastern United States. Xv + p. 322.
- National Research Council (NRC). 2003. Ocean Noise and Marine Mammals. Washinton, D.C.: National Academy Press.
- Nedwell, J.R., A.W.H. Turnpenny, J.M. Lovell et B. Edwards. 2006. An investigation into the effects of Underwater piling noise on salmonids. *Journal of the Acoustical Society of America* 120(5):2550-2554.
- Nellis, P., Dorion D., Pereira, S., Ellefsen, H.-F. et Lemay, M. 2012. Suivi de la végétation et des poissons dans six zosteraies au Québec (2005-2010). Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques. 2985: ix+ p. 96. Disponible à l'adresse : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/347066.pdf>. Consulté en mars 2014.
- Newcombe, C.P. et J.O.T. Jensen. 1996. Channel suspended sediments and fisheries: a synthesis for quantitative assessment of risk and impact. *North American Journal of Fisheries Management* 16(4):pp. 693-727.
- Newell, R.C., L.J. Seiderer et D.R. Hitchcock. 1998. The impact of dredging works in coastal waters: a review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. *Oceanography and Marine Biology* 36:127-172.
- Nightingale, B. et C. Simenstad. 2002. Artificial night-lighting effects on salmon and other fishes in the Northwest. Ecological Consequences of Artificial Night Lighting conference, February 23-24, 2002, sponsored by the Urban Wildlands Group and the UCLA Institute of the Environment.
- Nightingale, B., et C. Simenstad. 2001. Overwater structures: Marine issues. Aquatic Habitat Guidelines: An integrated approach to marine, freshwater, and riparian habitat protection and restoration. Prepared for Washington Department of Fish and Wildlife, Washington Department of Ecology and Washington State Department of Transportation by University of Washington, Seattle, Washington.

- Ntengwe F. W., 2006. Pollutant loads and water quality in streams of heavily populated and industrialized towns. *Journal of Physics and Chemistry of the Earth*, 31: 832-839.
- Observatoire global du Saint-Laurent (OGSL). 2014. Biodiversité – Base de données PASL-MFFP-EFIN (données de 2009 à 2012). Disponible à l'adresse : <http://ogsl.ca/bio/?lg=fr>. Consulté en février 2014.
- Office national de l'énergie (ONÉ). 2013b. Guide de dépôt de l'ONÉ, 2013-013. Disponible à l'adresse : <http://www.neb-one.gc.ca/clf-nsi/rpblctn/ctsndrgltn/flngmnl/flngmnl-fra.pdf>
- Park, G.S. 2007. The role and distribution of total suspended solids in the macrotidal coastal waters of Korea. *Environ. Monit. Assess.* 135: 153-162.
- Pelletier, A.-M., G. Bourget, M. Legault et G. Verreault. 2011. Réintroduction du bar rayé (*Morone saxatilis*) dans le fleuve Saint-Laurent : bilan du rétablissement de l'espèce. *Le naturaliste canadien*, 135(1). pp. 79-85.
- Pelletier, L. et P. Gauthier. 2002. Inventaire de l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*) au Bas-Saint-Laurent à l'aide d'une caméra vidéo sous-marine. *Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques*. 2394, p. 30.
- Pitcher, T.J. et J.K. Parrish. 1993. Functions of shoaling behaviour in teleosts. In: Pitcher, T.J. (Ed.), *Behaviour of Teleost fishes*, 2nd ed. Chapman & Hall, London, pp. 363–439.
- Polte, P. et H. Asums. 2006. Intertidal seagrass beds (*Zostera noltii*) as spawning grounds for transient fishes in the Wadden Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 312:235-243.
- Popper, A.N. 2003. Effects of anthropogenic sounds on fishes. *Fisheries* 28(10): 24-31 pp.
- Popper, A.N. et A. Hawkins (Eds.). 2012. *Effects of Noise on Aquatic Life* (Vol. 730). New York. Springer.
- Popper, A.N. et M.C. Hastings. 2009a. The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology* 75:455–489.
- Popper, A.N. et M.C. Hastings. 2009b. The effects of human-generated sound on fish. *Integrative Zoology* 4(1):43-52.
- Popper, A.N., T.J. Carlson, A.D. Hawkins, B.L. Southall, et R.L. Gentry. 2006. Interim criteria for injury of fish exposed to pile driving operations: a white paper.
- Provencher, L., Bailey, R. et Nozères, C. 2012. Revue des indicateurs et des programmes de suivi pour la zone de protection marine Estuaire du Saint-Laurent. MPO. Secrétariat canadien de consultation scientifique. Document de recherche. 2012/089. iv + p. 56.
- Richardson, W. J., Greene, C. R. Jr., Malme, C. I., et Thomson, D. H. 1995. *Marine Mammals and Noise*. Academic Press, New York.
- Robitaille, J., M. Bérubé, A. Gosselin, M. Baril, J. Beauchamp, J. Boucher, S. Dionne, M. Legault, Y. Mailhot, B. Ouellet, P. Sirois, S. Tremblay G. Trenchia, G. Verreault et D. Villeneuve. 2011. Programme de rétablissement du bar rayé (*Morone saxatilis*), population de l'estuaire du Saint-Laurent, Canada. Loi sur les espèces en péril; Série de Programmes de rétablissement. Ottawa : MPO. xi + p. 51.

- Robitaille, J.A. et Y. Vigneault. 1990. L'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) anadrome de l'estuaire du Saint-Laurent : synthèse des connaissances et problématique de la restauration des habitats de fraie dans la rivière Boyer. Ministère des Pêches et des Océans Canada, Direction de la gestion des pêches et de l'habitat, Division de l'habitat du poisson. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques, n° 2057. p. 56.
- Robitaille, J.A., M. Legault, P. Bilodeau, H. Massé et V. Boivin. 2008. Reproduction de l'alose savoureuse *Alosa sapidissima* dans le Saint-Laurent: répartition et croissance des larves et des juvéniles. Rapport du Bureau d'écologie appliquée et du Ministère des Ressources naturelles et de la Faune présenté à la Fondation de la faune du Québec, à la Fondation Héritage Faune et à la Société Hydro-Québec. p. 60.
- Scallon-Chouinard, P.-M., J.-D. Dutil et S. Hurtubise. 2007. Liste des espèces de poissons inventoriés dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent entre 1930 et 2005. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques. 2719 : vi + p. 58.
- Scott, W.B. et M.G. Scott. 1988. Atlantic Fishes of Canada. Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques. 219: p. 731.
- Simenstad, C.A., B.J. Nightingale, R.M. Thom, et D.K. Shreffler. 1999. Impacts of Ferry Terminals on Juvenile Salmon Migrating along Puget Sound Shorelines – Phase I: Synthesis of State of Knowledge. Washington State Transportation Center (TRAC) Research Report WA-RD-472.1, Seattle, Washington.
- Société des établissements de plein air du Québec (SEPAQ). 2014. Parc national du Bic. Disponible à l'adresse : <http://www.sepaq.com/pq/bic/>. Consulté en mars 2014.
- Thomson, F., C. Mueller-Blenkle, A. Gill, J. Metcalfe, P.K. McGregor, V. Bendall, M.H. Andersson, P. Sigray et D. Wood. 2012. Effects of Pile Driving on the Behavior of Cod and Sole. In A. N. Popper & A. Hawkins (Eds.), *The Effects Of Noise on Aquatic Life*. New York: Springer Science+Business Media. 387-388.
- Transport Canada. 2014. Programme de protection des eaux navigables – Aperçu. Disponible à l'adresse : <http://www.tc.gc.ca/fra/securitemaritime/epe-ppen-menu-1978.htm>. Consulté en février 2014.
- Verrault, G. et R. Tardif. 1989. L'éperlan arc-en-ciel anadrome de la rivière Ouelle : population et reproduction. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent. Rapp. 89-11.
- Wardle, C.S., T.J. Carter, G.G. Urquhart, A.D.F. Johnstone, A.M. Ziolkowski, G. Hampson et D. Mackie. 2001. Effects of seismic air guns on marine fish. *Continental Shelf Research* 21(8-10):1005-1027.
- Wenz, G. M. 1962. Acoustic ambient noise in the ocean: spectra and sources. *Journal of the Acoustical Society of America* 34(12), 1936-1956.
- Wilber, D.H. et D.G. Clarke. 2001. Biological effects of suspended sediments: A review of suspended sediment impacts on fish and shellfish with relation to dredging activities in estuaries. *North American Journal of Fisheries Management*. 21:855–875.

Wright, D.G. et G.E. Hopky. 1998. Lignes directrices concernant l'utilisation d'explosifs à l'intérieur ou à proximité des eaux de pêche canadiennes. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques. 2017: iv + 34 p. SP=20. Consulté en mars 2014. Évaluation en laboratoire. Estuarine and Coastal Marine Science, 6: 153-164. Disponible à l'adresse : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/232046-f.pdf>

