

PROJET DE CONSTRUCTION D'UN COMPLEXE DE LIQUÉFACTION DE GAZ NATUREL À SAGUENAY

Projet porté par GNL Québec/Énergie Saguenay

MÉMOIRE SUR L'IMPACT POSSIBLE DU PROJET SUR LES BÉLUGAS DU SAINT-LAURENT

Mémoire préparé par
Robert Michaud et Marie-Ève Muller
Groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins

Soumis au Bureau d'audiences publiques sur l'environnement du Québec
Octobre 2020



Groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins
108 rue de la Cale Sèche
Tadoussac (QC) G0T 2A0
Tél. : 418 235-4701
Télec. : 418 235-4325
gremm.org

Table des matières

Avant-propos	5
Introduction.....	6
Étant donné la situation critique du béluga du Saint-Laurent.....	6
Étant donné l'importance des sons dans la vie des bélugas et l'impact du bruit sur leur santé	6
Étant donné que le bruit sous-marin est une menace jugée prioritaire	7
Étant donné l'adoption récente du Plan d'action pour réduire l'impact du bruit sur le béluga du Saint-Laurent	8
Étant donné les investissements du gouvernement du Canada et ses projets en cours pour atténuer le bruit sous-marin.....	9
Étant donné les investissements du gouvernement du Québec et son projet en cours pour atténuer le bruit sous-marin.....	10
Étant donné les résultats de la première année du programme de recherche sur la modélisation du trafic maritime de l'UQO	10
Étant donné la valeur exceptionnelle du fjord du Saguenay pour les bélugas.....	11
Étant donné que le projet augmenterait le trafic maritime de façon importante dans l'habitat essentiel du béluga	12
Étant donné les autres projets pour le reste du Saint-Laurent	12
Étant donné tout ce qui précède.....	13
Nous recommandons de reporter l'évaluation du projet	13
En guise de rappel : La valeur particulière du béluga du Saint-Laurent	14
Références citées.....	15
Annexe I : Liste des études recensées en revue de littérature sur le bruit et les bélugas.....	18

Le GREMM — Fondé en 1985 et basé à Tadoussac, le Groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins (GREMM) est un organisme sans but lucratif voué à la recherche scientifique et à l'éducation pour la conservation des baleines du Saint-Laurent et de leur habitat. Il fonde son action sur l'acquisition de connaissances et leur diffusion auprès du grand public, pour atteindre son principal objectif : « Mieux comprendre pour mieux protéger ».

Le GREMM a fait sa marque avec ses programmes de recherche à long terme. Il assure, en collaboration avec de nombreux partenaires, le suivi de plusieurs projets, notamment sur les bélugas du Saint-Laurent et les grands rorquals qui fréquentent l'estuaire du Saint-Laurent. Les résultats de ces programmes sont au centre d'un grand nombre d'initiatives de conservation, dont les plans de rétablissement d'espèces en péril, et permettent d'alimenter sa mission éducative.

Depuis 2004, le GREMM est mandataire du Réseau québécois d'urgences pour les mammifères marins pour la coordination et l'opération de son centre d'appels 7/24. Le Réseau est un regroupement de 13 institutions et organisations impliquées dans différentes formes d'intervention auprès des mammifères marins.

Le GREMM est aussi reconnu dans le milieu de l'interprétation des sciences naturelles. Le GREMM gère le Centre d'interprétation sur les mammifères marins de Tadoussac et édite son pendant virtuel, le magazine et encyclopédie *Baleines en direct*. Ses programmes de sensibilisation s'inspirent notamment de cette approche à long terme et de l'histoire des baleines identifiées individuellement dont certaines sont connues depuis 40 ans !

Le GREMM, c'est avant tout une équipe de chercheurs, de techniciens, de naturalistes et autres personnes passionnées, engagées dans la recherche et l'éducation pour la conservation.

Robert Michaud — Président et membre fondateur du GREMM, Robert Michaud en est aussi le directeur scientifique. Il y a dirigé un grand nombre de projets (incluant des projets de maîtrise et de doctorat) sur les bélugas et les grands rorquals de l'estuaire du Saint-Laurent, qui couvrent plusieurs aspects de l'écologie comportementale de ces espèces et font appel à une grande variété de techniques. Plusieurs de ses travaux ont servi à évaluer les impacts des activités humaines sur les mammifères marins et sont à la base d'initiatives de conservation contenues dans le plan de gestion du Parc marin Saguenay–Saint-Laurent, le règlement sur l'observation des mammifères marins et le plan pour la création de la zone de protection marine de l'Estuaire. Depuis 2004, Robert est coordonnateur du Réseau québécois d'urgences pour les mammifères marins. Il est également membre de plusieurs comités de rétablissement pour des espèces en péril, notamment ceux des rorquals bleus et des rorquals communs de l'Atlantique Nord-Ouest, des baleines noires de l'Atlantique Nord, des bélugas du Saint-Laurent et des bélugas de Cook Inlet (Alaska, É-U). Il a été conseiller scientifique pour un projet de recherche international sur les bélugas de la mer d'Okhotsk en Russie (2005-2010). Les travaux de Robert ont fait l'objet de nombreux documentaires ici et à l'international.

Marie-Ève Muller — Responsable des communications du GREMM depuis 2017, Marie-Ève Muller vulgarise les recherches du GREMM afin de les faire connaître du grand public. Elle édite également le magazine *Baleines en direct*. Elle est membre de l'Association des communicateurs scientifiques du Québec.

AVANT-PROPOS

Sans diminuer l'importance des préoccupations des résidents et des nombreux groupes environnementaux qui s'interrogent sur les impacts réels et l'acceptabilité du projet de construction d'un complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay dans son ensemble, nos commentaires porteront sur un seul aspect, une question plutôt simple, mais à laquelle non seulement notre équipe, mais l'ensemble des Québécois.es et des Canadien.nes, accordent une grande importance : la protection d'une espèce en péril. Ici, c'est le sort du béluga du Saint-Laurent qui nous préoccupe et plus spécifiquement l'impact de l'augmentation de la navigation maritime dans le Saguenay, une portion importante son habitat essentiel.

Notre mémoire se concentrera donc sur notre champ d'expertise particulier. Il ne reflète en rien l'importance que nous accordons aux autres impacts possibles du projet à l'étude.

INTRODUCTION

Le promoteur du projet, GNL Québec/Énergie Saguenay, par le biais de la firme WSP Canada, présente dans son évaluation environnementale que de 3 à 4 navires par semaine transiteront à son complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay (WSP, 2019). Ce trafic additionnel doublera le niveau de trafic actuel dans le Saguenay.

Selon les projections utilisées par les experts du MPO dans une Réponse des sciences produite à l'intention de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale lors de l'évaluation d'un projet de terminal maritime en rive nord du Saguenay, en prenant aussi en compte l'accroissement du trafic qui découlerait de trois autres projets industriels projetés dans le Haut Saguenay (dont GNL Québec/Énergie Saguenay), l'augmentation du trafic maritime dans le Saguenay d'ici 2030 pourrait atteindre 300 % dans le Saguenay et 10 % dans l'estuaire (MPO, 2018).

Or, le dérangement anthropique comme le bruit sous-marin est considéré comme une des principales menaces au rétablissement du béluga du Saint-Laurent (MPO, 2012).

ÉTANT DONNÉ LA SITUATION CRITIQUE DU BÉLUGA DU SAINT-LAURENT

Placé sur la liste des espèces en péril en 1983 et reconfirmé comme « menacé » en 2004, le béluga du Saint-Laurent y figure aujourd'hui comme « en voie de disparition », le statut de conservation le plus élevé avant « disparu » (Pippard, 1985, COSEPAC, 2004 et COSEPAC, 2014).

Le Comité sur la situation des espèces en péril du Canada (COSEPAC), considère « en voie de disparition » les espèces ou les populations sauvages exposées à une disparition de la planète ou à une disparition du pays imminente.

Les experts du COSEPAC, organisme responsable de la révision de la situation des espèces en péril au Canada tous les 10 ans, ont jugé que cette petite population faisait aujourd'hui face à un risque de disparition considérablement plus élevé qu'au début des années 2000.

Ce rehaussement du statut de conservation recommandé par le COSEPAC est largement basé sur un *Avis scientifique* préparé par les experts de Pêches et Océans Canada dans lequel ils ont établi que la population des bélugas du Saint-Laurent est en déclin et que la hausse des mortalités chez les nouveau-nés observée depuis 2010 risque d'accélérer ce déclin (MPO, 2014). À ce jour, rien n'indique que la situation se soit améliorée depuis. Il ne resterait qu'environ 900 bélugas dans le Saint-Laurent et le déclin est estimé entre 1 et 1,5 % par année.

ÉTANT DONNÉ L'IMPORTANCE DES SONS DANS LA VIE DES BÉLUGAS ET L'IMPACT DU BRUIT SUR LEUR SANTÉ

Tout comme les autres odontocètes, les bélugas utilisent les sons pour communiquer et pour sonder leur environnement par l'écholocalisation, autant pour s'orienter que pour se nourrir. Les principaux impacts du bruit sous-marin d'origine anthropique sont de mieux en mieux documentés (voir Heise et coll., 2017 ou Merchant et coll. 2018) et incluent :

- Perturbation des comportements et stress physiologique associé
- Masquage de la communication

- Masquage de l'écholocalisation
- Dommages à l'oreille interne causant la surdité temporaire ou permanente

Parmi les réponses des bélugas exposés à diverses sources et niveaux de bruit sous-marin, une revue de littérature (voir la liste en Annexe I) a permis d'identifier le changement de comportements suivants :

- Compenser en émettant des sons plus forts ;
- Nager plus vite ;
- Former des groupes plus serrés ;
- Prolonger les intervalles de plongée ;
- Changer de secteur temporairement ;
- Abandonner un secteur de façon permanente ;
- Arrêter de s'alimenter ;
- Arrêter de communiquer ;
- S'échouer.

Pour l'instant, il demeure difficile de prédire les effets cumulatifs de tous ces changements de comportement sur la santé, le succès reproducteur ou la survie des individus ou encore sur la trajectoire des populations. Néanmoins, le bruit sous-marin d'origine anthropique est depuis longtemps considéré comme une des principales menaces et facteurs limitant le rétablissement des bélugas du Saint-Laurent (MPO, 2012).

ÉTANT DONNÉ QUE LA MENACE DU BRUIT SOUS-MARIN DOIT ÊTRE CONTRÉE EN PRIORITÉ

Le Programme de rétablissement du béluga, population du Saint-Laurent, adopté en 2012 par Pêches et Océans Canada en coopération ou en consultation avec des autorités gouvernementales, des experts indépendants, des groupes autochtones, des groupes environnementaux et des intervenants de l'industrie a identifié les principales menaces ou limites au rétablissement (MPO 2012). Selon le COSEPAC, « les menaces sont définies comme des activités ou des processus qui ont des effets négatifs directs sur la population canadienne de l'espèce. » Les quatre principales menaces sont :

- les contaminants,
- le dérangement anthropique,
- la réduction de la qualité et de la quantité des proies,
- et les autres dégradations de l'habitat.

Dans leur Avis scientifique sur la situation du béluga du Saint-Laurent de 2014, les experts de Pêches et Océans réitèrent que « à court terme, les efforts peuvent être axés sur l'élimination des agents de stress d'origine anthropique tels que la perturbation dans les zones sensibles ou durant les périodes critiques pour les femelles et leur veau, la contamination chimique, l'enrichissement en éléments nutritifs, la perte d'habitat et la compétition pour les ressources alimentaires entraînée par la pêche » (MPO, 2014).

Dans un examen scientifique de l'efficacité des mesures de rétablissement pour le béluga du Saint-Laurent, les experts de Pêches et Océans Canada resserrent la focalisation sur trois des menaces et affirment que « la contamination élevée, les niveaux de bruit et le potentiel de

dérangement importants ainsi que la pénurie des approvisionnements en nourriture sont toujours considérés comme les principales menaces qui pèsent sur le rétablissement du béluga du Saint-Laurent » (MPO, 2018).

Une analyse de viabilité de population subséquente menée par le même groupe d'experts de Pêches et Océans conclut que la meilleure stratégie pour favoriser le rétablissement de la population du béluga du Saint-Laurent consiste à atténuer chacune de ces trois principales menaces. Ils rappellent toutefois que l'atténuation de l'effet du bruit pourrait être atteinte plus rapidement que celle des deux autres menaces (Williams et coll., 2017).

Suivant les observations et les recommandations des experts résumées ici, un premier plan d'action a été préparé par Pêches et Océans Canada pour mettre en œuvre le Programme de rétablissement. Adopté en 2020, le plan d'action porte spécifiquement sur la réduction du bruit sous-marin d'origine anthropique (MPO, 2020).

ÉTANT DONNÉ L'ADOPTION RÉCENTE DU PLAN D'ACTION POUR RÉDUIRE L'IMPACT DU BRUIT SUR LE BÉLUGA DU SAINT-LAURENT

Selon la Loi sur les espèces en péril du Canada, suite à l'adoption d'un plan de rétablissement, un plan d'action pour chaque menace doit être élaboré. Suivant les observations et les recommandations des experts consultés (voir section précédente), le premier plan d'action préparé par Pêches et Océans Canada et adopté en 2020 est intitulé « Plan d'action pour réduire l'impact du bruit sur le béluga et les autres mammifères marins en péril de l'estuaire du Saint-Laurent » (MPO, 2020).

Le plan d'action liste 32 actions à poser à court, moyen et long terme pour réduire l'impact du bruit et le bruit en lui-même. Les mesures recommandées dans le plan d'action sont regroupées sous quatre stratégies générales :

1. Recherche et acquisition de données
2. Gestion de la menace
3. Communication et sensibilisation
4. Coordination et suivi

Parmi les 16 mesures identifiées sous la stratégie générale 1 — la recherche et l'acquisition de données —, neuf mesures jugées de priorité « élevée » sont déjà en cours avec un échéancier court (moins de 5 ans) ou moyen (5 à 10 ans). Ces mesures visent autant une meilleure connaissance des sources de bruit et une meilleure compréhension des façons de les atténuer ou d'en atténuer l'impact qu'une meilleure connaissance de l'exposition des bélugas au bruit et une meilleure compréhension de l'impact de cette exposition. En voici la liste.

Mesure 1.1 Mettre à jour le portrait du trafic maritime, y compris les excursionnistes et les plaisanciers, afin d'en caractériser l'achalandage et la saisonnalité.

Mesure 1.3 Compléter l'analyse des données récoltées sur la signature acoustique de différents navires commerciaux transitant par l'estuaire du Saint-Laurent.

Mesure 1.4 Mesurer la signature acoustique de l'ensemble des flottes qui naviguent dans l'estuaire du Saint-Laurent.

Mesure 1.6 Réaliser une cartographie acoustique par modélisation dans les secteurs fortement fréquentés par les bélugas.

Mesure 1.7 Évaluer l'intensité, la fréquence et la propagation des bruits émis par les projets côtiers et extracôtiers.

Mesure 1.8 Poursuivre les relevés et les suivis de mammifères marins en péril pour connaître leur répartition dans l'estuaire du Saint-Laurent.

Mesure 1.10 Déterminer, dans l'habitat essentiel, la proportion de bélugas exposée à divers niveaux de bruit et le temps d'exposition par individu afin d'évaluer l'incidence du masquage.

Mesure 1.14 Réaliser une revue stratégique de toutes les activités contribuant au bruit ambiant dans les aires hautement fréquentées par les mammifères marins en péril dans le but de documenter leurs effets cumulatifs.

Mesure 1.15 Développer des outils de modélisation afin d'explorer différents scénarios de gestion bénéfiques à la réduction de l'impact du bruit sur les mammifères marins en péril.

Sous la stratégie générale 2 — gestion de la menace —, huit mesures sont identifiées et toutes sont jugées de priorité « élevée ». Ces nouvelles mesures prioritaires visent à réduire l'impact du bruit sur les bélugas et à éviter sa disparition ou à favoriser son rétablissement. Toutefois, aucune n'est encore en cours. Afin d'être efficace, la mise en place de ces mesures devra s'appuyer sur les résultats des mesures identifiées sous la stratégie générale 1 du plan d'action. Le travail pour accomplir les mesures de la stratégie 1 est en cours, et les résultats viendront sous peu.

Dans les sections suivantes, nous attirerons votre attention sur quelques-unes des initiatives en cours dont les résultats seront cruciaux pour la mise en œuvre du Programme de rétablissement du béluga du Saint-Laurent et de son Plan d'action pour réduire l'impact du bruit.

ÉTANT DONNÉ LES INVESTISSEMENTS DU GOUVERNEMENT DU CANADA ET SES PROJETS EN COURS POUR ATTÉNUER LE BRUIT SOUS-MARIN

En 2016, le Gouvernement du Canada a lancé son Plan de protection des océans. Cet investissement de 1,5 milliard de dollars vise à rendre les océans et les côtes du Canada plus sécuritaires et plus propres pour ceux qui en profitent aujourd'hui de même que pour les générations à venir. Ce plan regroupe une liste impressionnante d'initiatives menées par [Transports Canada](#) et [Pêches et Océans](#), en collaboration avec plusieurs universités et ONG, dont le GREMM, à travers le Canada (TC, 2020). Plusieurs de ces initiatives visent la gestion du bruit sous-marin et son impact sur les mammifères marins (MPO, 2019).

Une de ces initiatives porte spécifiquement sur le bruit sous-marin et ses effets sur les bélugas du Saint-Laurent (Simard, 2019). Ce programme de recherche s'étalant de 2017 à 2022 vise à « cartographier la qualité acoustique de l'environnement du béluga », à « déterminer les zones et les périodes de plus grandes ou plus faibles probabilités d'impact pouvant affecter la survie du béluga et le rétablissement de cette population protégée en

vertu de la *Loi sur les espèces en péril au Canada* » et à « appuyer la mise en œuvre de mesures pour réduire le bruit basées sur des connaissances scientifiques ».

En s'appuyant sur les résultats de l'ensemble de ces initiatives, le gouvernement du Canada est présentement en train de finaliser sa Stratégie sur le bruit dans les océans du Canada. Il mène des consultations publiques sur ce sujet, et ce, jusqu'en janvier 2021. Or, toutes ces initiatives sont en cours et leurs résultats restent à venir. Ils seront essentiels pour atteindre les objectifs visés par les nombreuses mesures du plan d'action pour réduire le bruit pour le béluga du Saint-Laurent.

ÉTANT DONNÉ LES INVESTISSEMENTS DU GOUVERNEMENT DU QUÉBEC ET SON PROJET EN COURS POUR ATTÉNUER LE BRUIT SOUS-MARIN

En 2018, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec a octroyé un financement de 2 millions de dollars à l'Université du Québec en Outaouais (UQO) pour développer un simulateur pour prédire l'exposition des bélugas au bruit et à la navigation (MFFP, 2018). Le « Programme de recherche sur la modélisation du trafic maritime et des déplacements des baleines dans l'estuaire du Saint-Laurent et le Saguenay en vue de la réduction des impacts du déploiement de la Stratégie maritime du Québec sur l'exposition des bélugas au bruit sous-marin de la navigation » est mené en collaboration avec le GREMM. Il évaluera dans sa version finale prévue pour 2023 les impacts des différents scénarios d'augmentation du trafic maritime et de plaisance dans le Saguenay et le Saint-Laurent ainsi que les meilleures avenues pour diminuer le bruit sous-marin ou en atténuer les effets.

Un des scénarios de conservation ou d'atténuation actuellement en examen dans le cadre du Programme vise l'évaluation de la valeur « intrinsèque » du refuge acoustique du Saguenay et de la valeur de sa préservation en tant que mesure compensatoire pour l'augmentation du trafic maritime dans d'autres portions de l'habitat essentiel des bélugas.

Ce projet de simulateur innove également par son volet de coconstruction et de concertation avec les parties prenantes.

ÉTANT DONNÉ LES RÉSULTATS DE LA PREMIÈRE ANNÉE DU PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LA MODÉLISATION DU TRAFIC MARITIME DE L'UQO

En vue des évaluations environnementales en cours ou annoncées de plusieurs projets industriels susceptibles d'accroître le trafic maritime dans le Saguenay, le Secrétariat des affaires maritimes et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec, instances ayant financé le Programme de recherche sur la modélisation de l'exposition des bélugas au bruit sous-marin de la navigation par l'UQO en collaboration avec notre équipe (voir section précédente), ont demandé aux chercheurs de produire, dès la première année de ce programme de cinq ans, une première série de simulations.

Dans leur rapport de synthèse de la première année, les chercheurs rapportent que les simulations prenant en compte les nouvelles informations sur la structure sociale et la répartition spatiale des bélugas prédisent des niveaux d'exposition au bruit sous-marin jusqu'à trois fois plus élevés que les simulations ignorant ces nouvelles données mises au jour par notre équipe (Chion et coll., 2020).

Dans leur Réponse des sciences évaluant les effets potentiels de ces projets sur le béluga du Saint-Laurent, les experts du MPO avaient d'ailleurs fait une mise en garde importante qui va dans le même sens : « une évaluation complète des impacts de ce trafic additionnel sur le béluga, que ce soit au niveau de l'individu ou de la population, passe obligatoirement par une analyse cumulative de l'exposition au bruit qui tient compte des mouvements individuels et de la fréquentation des divers secteurs. Le nombre d'individus dont la condition physique pourrait être négativement affectée suite à des pertes d'opportunités permettrait d'estimer l'effet probable sur la production de jeunes et la survie de l'individu, ainsi que sur la trajectoire de la population (en tenant compte du sexe et du nombre d'individus affectés). Cette information n'était pas disponible au moment de produire cet avis » (MPO, 2018). Grâce au projet de modélisation, ces informations sont en train de devenir disponibles.

Les premiers résultats de notre programme remettent donc en question les conclusions des études environnementales soumises jusqu'à présent pour évaluer l'impact de l'augmentation du trafic maritime découlant des différents projets industriels dans le Saguenay, dont le projet de construction d'un complexe de liquéfaction de gaz naturel.

ÉTANT DONNÉ LA VALEUR EXCEPTIONNELLE DU FJORD DU SAGUENAY POUR LES BÉLUGAS

Le fjord du Saguenay fait partie de l'*habitat essentiel* du béluga du Saint-Laurent (MPO, 2012). L'*habitat essentiel*, c'est « l'habitat nécessaire à la survie ou au rétablissement d'une espèce sauvage inscrite, qui est désigné comme tel dans un programme de rétablissement ou un plan d'action élaboré à l'égard de l'espèce » (Loi sur les espèces en péril, par. 2[1]). Dans le cas des bélugas du Saint-Laurent, la désignation de l'*habitat essentiel* a ciblé spécifiquement les portions de l'aire de répartition estivale fréquentées par les groupes composés d'adultes accompagnés de nouveau-nés et de juvéniles, le segment le plus vulnérable de cette population en voie de disparition. Une analyse récente des recensements par photo-identification des bélugas du Saint-Laurent a par ailleurs établi que près du deux tiers des femelles de la population fréquentent le Saguenay (Chion et coll., 2020).

Le fjord du Saguenay fait également partie du parc marin du Saguenay–Saint-Laurent. Ce parc, le premier parc marin au Canada, a entre autres été créé en 1998 pour protéger le béluga du Saint-Laurent et son habitat (Ménard, 2018). C'est d'ailleurs dans le Saguenay, dans la baie Sainte-Marguerite, que Parcs Canada a instauré son premier « sanctuaire » pour les bélugas en y interdisant la navigation commerciale et de plaisance du 21 juin au 21 septembre, et ce, depuis 2018.

En réponse à la reconnaissance de plus en plus étendue de la menace que représente le bruit sous-marin pour les mammifères marins et des difficultés inhérentes à en atténuer les effets, un groupe de chercheurs a développé une approche innovatrice pour l'établissement ou la gestion des aires marines protégées. Williams et son équipe proposent de concentrer les efforts de conservation vers des habitats importants pour une espèce qui sont actuellement peu exposés au bruit sous-marin du trafic maritime, zone qu'ils appellent en anglais « opportunity sites » (Williams et coll., 2015).

Le Saguenay est aujourd'hui le seul secteur du parc marin peu exposé au trafic maritime. À ce titre, il peut être considéré comme un « refuge acoustique » et le seul « opportunity site » dans l'aire marine protégée.

ÉTANT DONNÉ QUE LE PROJET AUGMENTERAIT LE TRAFIC MARITIME DE FAÇON IMPORTANTE DANS L'HABITAT ESSENTIEL DU BÉLUGA

Le promoteur du projet, GNL Québec/Énergie Saguenay, par le biais de la firme WSP Canada, présente dans son évaluation environnementale que de 3 à 4 navires par semaine transiteront à son complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay (WSP, 2019). Ce trafic additionnel doublera le niveau de trafic actuel dans le Saguenay.

Selon les projections utilisées par les experts du MPO dans une Réponse des sciences produite à l'intention de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale lors de l'évaluation d'un projet de terminal maritime en rive nord du Saguenay, en prenant aussi en compte l'accroissement du trafic qui découlerait de trois autres projets industriels projetés dans le Haut Saguenay, l'augmentation du trafic maritime dans le Saguenay d'ici 2030 pourrait atteindre 300 % dans le Saguenay et 10 % dans l'estuaire (MPO, 2018).

Les experts du MPO jugent que « l'insonification plus fréquente d'un secteur actuellement peu insonifié (le Saguenay), et l'augmentation de 10 % du trafic maritime dans l'estuaire maritime iront à l'encontre des objectifs de rétablissement ». Ils concluent qu'« on ne peut exclure des risques élevés [pour les bélugas] compte tenu de l'état actuel de la population en déclin pour laquelle le bruit a été identifié comme un des facteurs de risques. »

ÉTANT DONNÉ LES AUTRES PROJETS POUR LE RESTE DU SAINT-LAURENT

En plus du projet de GNL Québec/Énergie Saguenay et les autres projets dans le Saguenay, s'ajoutent plusieurs projets en cours ou annoncés entre autres pour les ports de Québec, Trois-Rivières et Contrecoeur, tous susceptibles d'augmenter le trafic maritime. Ces projets accroîtront par le fait même le bruit sous-marin dans l'habitat essentiel des bélugas.

Dans le rapport d'évaluation du projet porté par Métaux BlackRock, la commission du BAPE écrivait en ce sens : «L'évaluation des impacts de la navigation sur cette population [BSL] devrait cependant être effectuée de façon globale par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs ainsi que Pêches et Océans Canada, afin de prendre en compte l'effet cumulatif des projets nécessitant du transport maritime qui sont prévus pour les prochaines décennies, au regard du principe de développement durable [en] respect de la capacité de support des écosystèmes.» (BAPE, 2018)

ÉTANT DONNÉ TOUT CE QUI PRÉCÈDE

- La situation critique du béluga du Saint-Laurent, en voie de disparition,
- L'importance des sons dans leur vie et l'impact du bruit sur leur santé,
- La menace jugée prioritaire qu'est le bruit,
- Le Plan d'action pour réduire l'impact du bruit sur le béluga du Saint-Laurent,
- Les investissements du gouvernement du Canada et du Québec sur ce sujet,
- Les projets en cours pour trouver des solutions et les premiers résultats,
- La valeur du fjord du Saguenay, partie de l'habitat essentiel,
- L'augmentation du trafic maritime liée au projet GNL Québec/Énergie Saguenay,
- Les autres projets qui augmenteraient le trafic maritime.

NOUS RECOMMANDONS DE REPORTER L'ÉVALUATION DU PROJET

Nous recommandons qu'aucun projet susceptible de modifier les caractéristiques ou les qualités acoustiques du fjord du Saguenay ne soit accepté avant que les projets de recherche en cours portant sur le bruit sous-marin et les bélugas ne soient complétés. Leurs résultats pourraient éclairer une évaluation stratégique ou régionale de l'ensemble des projets actuels et à venir (à court et à moyen termes) susceptibles d'accroître le trafic maritime dans une ou l'autre des parties de l'habitat essentiel des BSL, dans le fjord du Saguenay ou dans l'estuaire du Saint-Laurent.

Parce que la protection du Saguenay pourrait être une mesure compensatoire à l'augmentation du bruit sous-marin ailleurs dans l'habitat essentiel du béluga du Saint-Laurent, nous recommandons également que le fjord du Saguenay soit considéré pour la création d'une première aire marine « tranquille », soit, selon le concept proposé par (Williams et coll., 2015), une aire dans laquelle on éviterait d'accroître le niveau de bruit sous-marin d'origine anthropique.

Par ailleurs, l'augmentation du trafic maritime qui découlerait du projet porté par GNL Québec/Énergie Saguenay touche aussi d'autres espèces de cétacés en péril, comme le rorqual bleu et la baleine noire de l'Atlantique Nord, et des espèces menacées comme le rorqual commun et le marsouin commun. Les transits des navires allant au quai de l'usine ou en partant traverseront aussi les habitats de ces espèces. Les impacts potentiels sur chacune de ces espèces soulèvent eux aussi des inquiétudes importantes.

EN GUISE DE RAPPEL : LA VALEUR PARTICULIÈRE DU BÉLUGA DU SAINT-LAURENT

« Le lendemain au matin fismes voile, et appareillames pour passer outre, et eumes connaissance d'une sorte de poisson, desquels il n'est mémoire d'homme d'avoir vû ni ouï. Les dits poissons sont aussi gros que Morrues, sans avoir aucun estoc, et sont assez faits par le corps et la tête de la façon d'un lévrier, aussi blancs comme neige, sans aucune tache, et y en a moult grand nombre dedans le dit fleuve, qui vivent entre la mer et l'eau douce. Les gens du pays les nomment Adhothuis, et nous ont di qu'ils sont fort bons à manger, et si nous ont affirmé n'y en avoir en tout le dit fleuve ni pays qu'en cet endroit. »

(Jacques Cartier, 1535)

« Le béluga est la seule espèce du genre *Delphinapterus*. La population de l'estuaire du Saint-Laurent est une espèce relique de l'Arctique issue d'un refuge qui s'est maintenu dans l'est pendant la période glaciaire wisconsinienne. La population du Saint-Laurent a été réduite par la chasse et subit actuellement la menace de l'industrialisation, si bien que le béluga est récemment devenu un symbole des efforts de conservation des espèces marines au Canada ».

(COSEPAC, 2004)

« Au cours des trente dernières années, le béluga est devenu un "éco-symbole" et sa protection a motivé la réduction de l'émission de pollution dans le Saint-Laurent et de ses affluents grâce au Plan d'action Saint-Laurent, dont les efforts se poursuivent dans le cadre du Plan Saint-Laurent pour un développement durable. La sensibilisation du public à la situation du béluga est à l'origine de la mobilisation populaire qui a mené à la création du parc marin. »

(Ménard et coll., 2007)

« On entend leurs chants,
Des oiseaux sous-marins,
On entend leurs pleurs,
Mais on ne fait rien. »

(La balade de DI-8-53, Zachary Richard, 2007)

« Le béluga du Saint-Laurent : une des attractions les plus populaires du pays »

(Tourisme Québec, 2014)

RÉFÉRENCES CITÉES

- BAPE. 2020. Projet d'usine de transformation de concentré de fer en fonte brute et en ferrovanadium à Ville de Saguenay. Rapport d'enquête et d'audience publique. Rapport 345. 175 p.
- CARTIER, Jacques. 1535. Voyages de découverte au Canada entre les années 1534 et 1542. Réimprimé par la Société littéraire et historique de Québec, 1843. Édition numérique gratuite : <http://books.google.ca/books?id=H81PAAAAYAAJ>
- CHION, C., Michaud, R., Bonnell, T., Lagrois, D., Guetté, A., Dupuch, A., Dupras, J. Modélisation du trafic maritime et des déplacements des baleines dans l'estuaire du Saint-Laurent et le Saguenay pour informer le processus de réduction des impacts cumulatifs de la navigation sur les bélugas et les grands rorquals dans le contexte du déploiement de la Stratégie maritime du Québec : Rapport d'activités – An # 1 (2018-2019) Programme de recherche 2018-2023, Université du Québec en Outaouais et Groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins.
- CONVERSANO, M., Turgeon, S., et Ménard, N. 2017. Caractérisation de l'utilisation de l'embouchure du Saguenay et de la baie Sainte-Marguerite par le béluga du Saint-Laurent et par le trafic maritime entre 2003 et 2016 ; Analyse des données d'observation terrestre et recommandations sur des mesures de gestion visant à réduire le dérangement dans les aires de haute résidence du béluga dans le parc marin du Saguenay–Saint-Laurent. Parcs Canada, Parc marin du Saguenay–Saint-Laurent, Tadoussac, QC.
- COSEPAC. 2004. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le béluga (*Delphinapterus leucas*) au Canada — Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. x + 77 p. (www.registrelep.gc.ca/Status/Status_f.cfm)
- COSEPAC. 2014. Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le béluga (*Delphinapterus leucas*), population de l'estuaire du Saint-Laurent, au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa.
- GOSELIN, J-F, V. LESAGE AND A. ROBILLARD. 2001. Population Index Estimate for the Beluga of the St. Lawrence Estuary in 2000.
- HEISE, K., Barrett-Lennard, L., Chapman, R. Dakin, T., Erbe, Ch., Hannay, D., Merchant, N. et al. 2017. Proposed metrics for the management of underwater noise for southern resident killer whales. Coastal Oceans Report Series. Vancouver, British Columbia. <https://doi.org/10.25317/CORI20172>.
- LESAGE V. AND M.C.S. KINGSLEY. 1995. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2041, Bilan des connaissances de la population de bélugas (*Delphinapterus leucas*) du Saint-Laurent.
- MÉNARD, N., M. Pagé, V. Busque, I. Croteau, R. Picard et D. Gobeil. 2007. Rapport sur l'état du parc marin du Saguenay–Saint-Laurent. 65 p. + annexes.
- MÉNARD, N., CONVERSANO, M., TURGEON, S. 2018. La protection des habitats de la population de bélugas (*Delphinapterus leucas*) du Saint-Laurent : bilan et considération sur les besoins de conservation, Le Naturaliste canadien. 142 : 2, p.80-105.

- MERCHANT, N. D., P. Blondel, D. T. Dakin, and J. Dorocicz. 2012. « Averaging underwater noise levels for environmental assessment of shipping. » *J Acoust Soc Am* 132 (4) : EL343-9. <https://doi.org/10.1121/1.4754429>.
- MICHAUD, R., 1993. Distribution estivale du béluga du Saint-Laurent ; synthèse 1986 à 1992, Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat., 1906: vi + 28 p.
- MICHAUD, R. 2014. St. Lawrence Estuary beluga (*Delphinapterus leucas*) population parameters based photo-identification surveys, 1989–2012. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/130. iv + 27 p
- MICHAUD, R. 2017. Commentaires [du GREMM] soumis à l'Agence canadienne des évaluations environnementales (ACEE), projet de terminal maritime en rive nord du Saguenay, Port Saguenay, <https://ceaa-acee.gc.ca/050/documents/p80103/115976F.pdf>.
- MFFP. 2018. Protection du béluga — Plus de 2 M\$ à l'Université du Québec en Outaouais pour le développement d'un programme scientifique. Communiqué de presse. <https://mffp.gouv.qc.ca/protection-beluga-plus-2-m-universite-quebec-outaouais-developpement-programme-scientifique-2018-07-25/>
- MPO. 2012. Programme de rétablissement du béluga (*Delphinapterus leucas*), population de l'estuaire du Saint-Laurent au Canada, Série de Programmes de rétablissement de la *Loi sur les espèces en péril*, Pêches et Océans Canada, Ottawa, 93 + XI p.
- MPO. 2014. Situation du béluga (*Delphinapterus leucas*) de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2013/076.
- MPO. 2017. Examen de l'efficacité des mesures de rétablissement concernant le béluga de l'estuaire du Saint-Laurent. Rapport préparé pour Pêches et Océans Canada, Ottawa.
- MPO. 2018. Effets potentiels des projets de construction de terminaux maritimes dans le fjord du Saguenay sur le béluga du Saint-Laurent et son habitat. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. Des Sci. 2018/025.
- MPO. 2019. Comprendre le milieu marin pour mieux protéger les baleines. <https://www.dfo-mpo.gc.ca/science/environmental-environnement/marine-environment-milieu-marin/index-fra.html>
- MPO. 2020a. Plan d'action pour réduire l'impact du bruit sur le béluga et les autres mammifères marins en péril de l'estuaire du Saint-Laurent. Série de Plans d'action de la Loi sur les espèces en péril. Pêches et Océans Canada, Ottawa.
- MPO. 2020b. Stratégie sur le bruit dans les océans du Canada : Document de discussion, <https://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans/consultations/noise-bruit/discussion-fra.html>
- PIPPARD, L. 1985. *Patterns of movement of the St. Lawrence white whales (Delphinapterus leucas)*. Canadian wildlife service et Parcs Canada. Rapport technique. 225p.
- SIMARD, Y., 2019. Le bruit sous-marin et ses effets sur le béluga de l'estuaire du Saint-Laurent, InfOcéans, <https://inter-l01-uat.dfo-mpo.gc.ca/infoceans/fr/infocean/le-bruit-sous-marin-et-ses-effets-sur-le-beluga-de-lestuaire-du-saint-laurent>
- TRANSPORTS CANADA. 2020. Protégeons nos côtes : Plan de protection des océans. <https://tc.canada.ca/fr/campagnes/protegeons-nos-cotes-plan-protection-oceans>

TOURISME QUÉBEC. 2014. Stratégie de mise en valeur du Saint-Laurent touristique 2014-2020, Plan d'action 2014-2017, Le Saint-Laurent : du fleuve à la mer, 4000 km de découvertes. Gouvernement du Québec, février 2014. Édition numérique : <http://www.tourisme.gouv.qc.ca/publications/media/document/publications-administratives/strategie-saint-laurent.pdf>

VERGARA, V. 2019. Framework for Noise-Related Metrics Ecologically Relevant for Beluga Whales, with Special Emphasis on the St. Lawrence Estuary Beluga Population. Document de travail. 21 p.

WILLIAMS, R., Erbe, C., Ashe, E., Clark, C.W. 2015. Quieter marine protected areas. *Mar. Pollut. Bull.* 100:154–161.

WILLIAMS, R., R. C. Lacy, E. Ashe, A. Hall, C. Lehoux, V. Lesage, I. McQuinn et S. Plourde. 2017. Predicting responses of St. Lawrence beluga to environmental change and anthropogenic threats to orient effective recovery actions. DFO Canadian Science Advisory Secretariat Research Document 2017/027. v + 44 p.

WSP CANADA. 2019. Projet Énergie Saguenay : Étude d'impact environnemental — version finale. GNL Québec/Énergie Saguenay inc. 1132 p.

ANNEXE I : LISTE DES ÉTUDES RECENSÉES EN REVUE DE LITTÉRATURE SUR LE BRUIT ET LES BÉLUGAS

- Au, W.W.L. 1993. *The sonar of dolphins*. Springer-Verlag. New York.
- Au, Whitlow W. L., Ralph H. Penner, and James Kadane. 1982. Acoustic behavior of echolocating Atlantic bottlenose dolphins. *The Journal of the Acoustical Society of America* 71 (5): 1269–75. <https://doi.org/10.1121/1.387733>.
- Au, W.W.L., Carder, D.A., Penner, P.H., Scronce, B.L. 1985. Demonstration of adaptation in beluga whale echolocation signals. *The Journal of the Acoustical Society of America* 77 (2): 726–730
- Booy, K V., V. Vergara and Lisa Losetto. 2019. Geographic variation in simple contact calls of Canadian beluga whales (*Delphinapterus leucas*). In “Acoustic Monitoring of Beluga Whales (*Delphinapterus leucas*): Spatio-Temporal Habitat Preference and Geographic Variation in Canadian Populations”. M. Sc. Thesis. University of Manitoba.
- Blane, J. & Jackson, R. 1994. The impact of ecotourism boats on the St. Lawrence beluga whales. *Environmental Conservation* 21:267-269.
- Buckstaff, Kara C. 2004. Effects of watercraft noise on the acoustic behavior of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Sarasota Bay, Florida. *Marine Mammal Science* 20 (4): 709–25. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2004.tb01189.x>.
- Caron, L.M.J., and Sergeant, D.E. (1988). Yearly variation in the frequency of passage of beluga whales (*Delphinapterus leucas*) at the mouth of the Saguenay River, Québec, over the past decade. *Naturaliste Canadien* 115(2): 111–116.
- Castellote, M., Leeney, R. H., O’Corry-Crowe, G., Lauhakangas, R., Kovacs, K. M., Lucey, W., Krasnova, V., Lydersen, C., Stafford, K.M., and Belikov, R. 2012. Monitoring white whales (*Delphinapterus leucas*) with echolocation loggers, *Polar Biology*, 1–17.
- Castellote, M., T Aran Mooney, Lori Quakenbush, Roderick Hobbs, Caroline Goertz, and Eric Gaglione. 2014. Baseline hearing abilities and variability in wild beluga whales (*Delphinapterus leucas*). *The Journal of Experimental Biology* 217 (Pt 10): 1682–91. <https://doi.org/10.1242/jeb.093252>.
- Cosens, S. E. and L. P. Dueck. 1988. ‘Responses of migrating narwhal and beluga to icebreaker traffic at the Admiralty Inlet ice-edge, N. W. T. in 1986.’ Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions, edited by W. M. Sackinger and M. O. Jeffries. Geophysical Institute, Univ. of Alaska, Fairbanks, pp. 39–54.
- Department of Fisheries and Oceans. 2017. St.Lawrence Estuary Beluga. A science based review of recovery actions for three at-risk whale populations. <https://doi.org/10.1002/ejoc.201200111>.
- Erbe, C., 2000. Detection of whale calls in noise: performance comparison between a beluga whale, human listeners and a neural network. *Journal of the Acoustical Society of America* 108 (1), 297–303.

- Erbe, C. 2008. Critical ratios of beluga whales (*Delphinapterus leucas*) and masked signal duration. *Journal of the Acoustical Society of America* 124: 2216-2223 17
- Erbe, C, and D M Farmer. 1998. Masked hearing thresholds of a beluga whale (*Delphinapterus Leucas*) in Icebreaker Noise. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 45 (7): 1373– 88.
- Erbe, C, and D M Farmer. 2000. Zones of impact around icebreakers affecting beluga whales in the Beaufort Sea. *The Journal of the Acoustical Society of America* 108 (3 Pt 1): 1332–40. <https://doi.org/10.1121/1.1288938>.
- Erbe, C., C. Reichmuth, K. Cunningham, K. Lucke, and R. Dooling. 2016. Communication masking in marine mammals: a review and research strategy. *Marine Pollution Bulletin* 103 (1–2): 15–38. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.12.007>.
- Finneran, J. J., C. E. Schlundt, D. E. Carder, and S. H. Ridgway. 2002. Auditory filter shapes for the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and the white whale (*Delphinapterus leucas*) derived with notched noise. *Journal of the Acoustical Society of America* 112: 322-328.
- Finneran, J.J., Carder, D.A., Dear, R., Belting, T., McBain, J., Dalton, L. Ridgway, S.H. 2005. Pure tone audiograms and possible aminoglycoside-induced hearing loss in belugas (*Delphinapterus leucas*). *Journal of the Acoustical Society of America* 117: 3936-3943.
- Finley, K.J., G.W. Miller, R.A. Davis, and C.R. Greene. 1990. Reactions of belugas, *Delphinapterus leucas*, and narwhals, *Monodon monoceros*, to ice-breaking ships in the Canadian High Arctic. *Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences* 224. <http://www.iqoe.org/library/9443>.
- Gervaise, C., Simard, Y., Roy, N., Kinda, B., and Ménard, N. (2012). Shipping noise in whale habitat: Characteristics, sources, budget, and impact on belugas in Saguenay–St Lawrence Marine Park hub. *Journal of the Acoustical Society of America* 132: 76. doi:10.1121/1.4728190
- Gomez, C., J.W. Lawson, A.J. Wright, A.D. Buren, D. Tollit, and V. Lesage. 2016. A systematic review on the behavioural responses of wild marine mammals to noise: the disparity between science and policy. *Canadian Journal of Zoology* 94 (12): 801–19. <https://doi.org/10.1139/cjz-2016-0098>.
- Gosselin, J-F, M. O. Hammill, and V. Lesage. 2007. Comparison of photographic and visual abundance indices of belugas in the St. Lawrence Estuary in 2003 and 2005. *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document*. Vol. 2007/025.
- Hammill, M. O., L. N. Measures, J.-F. Gosselin, and V. Lesage. 2007. Lack of recovery in St Lawrence Estuary Beluga. *DFO Can. Sci. Advis. Sec.* Vol. 2007/026.
- Heise, K., Barrett-Lennard, L., Chapman, R. Dakin, T., Erbe, Ch., Hannay, D., Merchant, N. et al. 2017. Proposed metrics for the management of underwater noise for southern resident killer whales. *Coastal Oceans Report Series*. Vancouver, British Columbia. <https://doi.org/10.25317/CORI20172>.
- Holt, M. M., Noren, D. P., Veirs, V., Emmons, C. K., and Veirs, S. 2009. Speaking up: Killer whales (*Orcinus orca*) increase their call amplitude in response to vessel noise. *The Journal of the Acoustical Society of America* 125, EL27–32

- Holt, M. M., Noren, D. P. and Emmons, C. K. 2011. Effects of noise levels and call types on the source levels of killer whale calls. *The Journal of the Acoustical Society of America* 130 (5): 3100–3106. <https://doi.org/10.1121/1.3641446>.
- Houser, D. S., Yost, W., Burkard, R., Finneran, J. J., Reichmuth, C. and Mulsow, J. 2017. A review of the history, development and application of auditory weighting functions in humans and marine mammals. *The Journal of the Acoustical Society of America* 141 (3): 1371–1413. <https://doi.org/10.1121/1.4976086>.
- Johnson, C.S., McManus, M.W., Skaar, D., 1989. Masked tonal hearing thresholds in the beluga whale. *The Journal of the Acoustical Society of America* 85 (6): 2651–2654.
- Klishin, V.O., Popov, V.V., Supin, A.Y., 2000. Hearing capabilities of a beluga whale, *Delphinapterus leucas*. *Aquatic Mammals* 26,212–228.
- Lair, S., L. N. Measures, and D. Martineau. 2016. Pathologic Findings and trends in mortality in the beluga (*Delphinapterus leucas*) population of the St Lawrence estuary, Quebec, Canada, from 1983 to 2012. *Veterinary Pathology* 53 (1): 22–36. <https://doi.org/10.1177/0300985815604726>.
- Lammers, Marc O., and Manuel Castellote. 2009. The beluga whale produces two pulses to form its sonar signal. *Biology Letters* 5 (3): 297–301. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2008.0782>.
- Lesage, V., I. H. McQuinn, D. Carrier, J.F Gosselin, and A. Mosnier. 2014. Exposure of the beluga (*Delphinapterus leucas*) to marine traffic under various scenarios of transit route diversion in the St. Lawrence Estuary. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/125. Iv + 28 P, no. May.
- LGL Ltd. and Greeneridge Sciences. 1986. Reactions of beluga whales and narwhals to ship traffic and ice- breaking along ice edges in the eastern Canadian High Arctic: 1982-1984. In *Environmental Studies* (No. 37). Ottawa, ON, Canada: Indian and Northern Affairs Canada. 301 pp.
- McQuinn, I. H., Lesage, V., Carrier, D., Larrivée, G, Michaud, R. et coll. 2011. A threatened beluga (*Delphinapterus leucas*) population in the traffic lane: vessel-generated noise characteristics of the Saguenay-St. Lawrence marine park, Canada. *Journal of the Acoustical Society of America* 130 (6): 3661–73. <https://doi.org/10.1121/1.3658449>.
- Ménard, N., R. Michaud, C. Chion, and S. Turgeon. 2014. Documentation of maritime traffic and navigational interactions with St. Lawrence Estuary Beluga (*Delphinapterus leucas*) in Calving Areas Between 2003 and 2012, no. May.
- Merchant, N. D., P. Blondel, D. T. Dakin, and J. Dorocicz. 2012. Averaging underwater noise levels for environmental assessment of shipping. *J Acoust Soc Am* 132 (4): EL343-9. <https://doi.org/10.1121/1.4754429>.
- Merchant, N. D., Farcas, A., Powell, C. F. 2018. Acoustic metric specification. Report of the EU INTERREG Joint Monitoring Programme for Ambient Noise North Sea (JOMOPANS).
- Merchant, N. D., Kurt M. Fristrup, Mark P. Johnson, Peter L. Tyack, Matthew J. Witt, Philippe Blondel, and Susan E. Parks. 2015. Measuring acoustic habitats. *Methods in Ecology and Evolution* 6 (3): 257–65. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12330>.

- Merchant, Nathan D., Enrico Pirotta, Tim R. Barton, and Paul M. Thompson. 2014. Monitoring ship noise to assess the impact of coastal developments on marine mammals. *Marine Pollution Bulletin* 78 (1–2): 85–95. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.10.058>.
- Mooney, T. Aran, Manuel Castellote, Ian T. Jones, Lori Quakenbush, Roderick Hobbs, Eric Gaglione, and Caroline Goertz. 2018a. Local acoustic habitat relative to hearing sensitivities in beluga whales (*Delphinapterus leucas*). *Journal of Ecoacoustics* 2: QZD9Z5. 19 <https://doi.org/10.22261/JEA.QZD9Z5>.
- Mooney, T.A., M. Castellote, L. Quakenbush, R. Hobbs, E. Gaglione, and C. Goertz. 2018b. Variation in hearing within a wild population of beluga whales (*Delphinapterus leucas*). *Journal of Experimental Biology* 221 (9). <https://doi.org/10.1242/jeb.171959>.
- Morisaka, T., Masanori Shinohara, Fumio Nakahara, and Tomonari Akamatsu. 2005. Effects of ambient noise on the whistles of Indo-Pacific bottlenose dolphin populations. *Journal of Mammalogy* 86 (3): 541–46. [https://doi.org/10.1644/1545-1542\(2005\)86%255B541%253AE0ANO](https://doi.org/10.1644/1545-1542(2005)86%255B541%253AE0ANO).
- Mosnier, A, T. Doniol-Valcroze, J.F. Gosselin, L.N. Measures, and M.O. Hammill. 2015. Insights into processes of population decline using an integrated population model: the case of the St. Lawrence estuary beluga (*Delphinapterus leucas*). *Ecological Modelling* 314 (October): 15–31. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLMODEL.2015.07.006>. Nachtigall, P.E.,
- Mooney, T. A., Taylor, K. A. and Yuen, M. L. 2007. Hearing and Auditory evoked potential methods applied to odontocete cetaceans. *Aquatic Mammals* 33: 6-13.
- National Research Council (US) Committee on Low-Frequency Sound and Marine Mammals. 1994. *Low-frequency sound and marine mammals: current knowledge and research needs*. Washington (DC): National Academies Press (US); A Review of Current Knowledge. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK236693/>
- Pippard, L. 1985. Patterns of movement of the St. Lawrence white whales (*Delphinapterus leucas*). Canadian wildlife service et Parcs Canada. Rapport technique. 225p.
- Popov, V.V., Supin, A.Ya. 1987. Characteristics of hearing in the beluga *Delphinapterus leucas*. *Dokl. Biol. Sci.* 294: 370-372.
- Rolland, R.M., Parks, S.E., Hunt, K.E., Castellote, M., Corkeron, P.J., Nowacek, D.P., Wasser, S.K. and Kraus, S.D. 2012. Evidence that ship noise increases stress in right whales. *Proc. R. Soc. B Biol.*
- Roy, N., Simard, Y., and Gervaise, C. 2010. 3D tracking of foraging beluga whales from their clicks: Experiment from a coastal hydrophone array. *Applied Acoustics* 71: 1050–1056
- Scheifele, P M, S Andrew, R A Cooper, M Darre, F E Musiek, and L Max. 2005. Indication of a Lombard vocal response in the St. Lawrence river beluga. *Journal of the Acoustical Society of America* 117 (3): 1486–92. <https://doi.org/10.1121/1.1835508>.
- Schlundt, C. E., Finneran, J. J., Carder, D. A., & Ridgway, S. H. 2000. Temporary shift in masked hearing thresholds (MTTS) of bottlenose dolphins and white whales after exposure to intense tones. *Journal of the Acoustical Society of America* 107: 3496-3508.

- Simard, Y., R. Lepage, and C. Gervaise. 2010. Anthropogenic sound exposure of marine mammals from seaways: estimates for Lower St. Lawrence Seaway, Eastern Canada. *Applied Acoustics* 71 (11): 1093–98. <https://doi.org/10.1016/J.APACOUST.2010.05.012>.
- Southall, B L, Ann E Bowles, William T Ellison, James J Finneran, Roger L Gentry, Charles R Greene Jr, David Kastak, et al. 2007. Marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendations. *Aquatic Mammals* 33 (4): 411–509. <https://doi.org/10.1578/AM.33.4.2007.411>. 20
- Stewart BS, Evans WE, and F T Awbrey. 1982. Effects of man-made waterborne noise on behavior of beluga whales (*Delphinapterus leucas*) in Bristol Bay, Alaska. in *HSWRI Technical Report 82-145. Report from Hubbs/Sea World Research Institute, San Diego, CA for the US National Oceanic and Atmospheric Administration* (Juneau, AK), p 29 pp.
- Tyack, Peter L. 2008. Convergence of calls as animals form social bonds, active compensation for noisy communication channels, and the evolution of vocal learning in mammals. *Journal of Comparative Psychology* 122 (3): 319–31. <https://doi.org/10.1037/a0013087>.
- Veirs, Scott, Val Veirs, and Jason D. Wood. 2016. Ship noise extends to frequencies used for echolocation by endangered killer whales. *PeerJ* 4: e1657. <https://doi.org/10.7717/peerj.1657>.
- Vergara, V., and MA Mikus. 2018. Contact call diversity in natural beluga entrapments in an Arctic estuary: Preliminary evidence of vocal signatures in wild belugas. *Marine Mammal Science* 00(00): 1-32 <https://doi.org/10.1111/mms.12538>
- Vergara, V., J. Wood, A. Ames, MA. Mikus, V. Lesage and R. Michaud. 2019. *Mom, Can You Hear Me?* Impacts of Underwater Noise on Mother-Calf Contact Calls in Endangered Belugas (*Delphinapterus leucas*). Second International Beluga Symposium. Mystic Aquarium, Mystic, CT. March 12-14, 2019.
- Wartzok, D., Popper, A. N., Gordon, J., and Merrill, J. .2004) Factors affecting the responses of marine mammals to acoustic disturbance. *Marine Technology Society Journal* 37: 6-15.
- Wieland, Monika, Albyn Jones, and Susan C. P. Renn. 2009. Changing durations of southern resident killer whale (*Orcinus orca*) discrete calls between two periods spanning 28 years. *Marine Mammal Science* 26 (1): 195–201. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2009.00351.x>.
- Williams, R., A. J. Wright, E. Ashe, L. K. Blight, R. Bruintjes, R. Canessa, C. W. Clark, et al. 2015. Impacts of anthropogenic noise on marine life: publication patterns, new discoveries, and future directions in research and management. *Ocean and Coastal Management* 115: 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.05.021>.
- Wright, A.J., Aguilar de Soto, N., Baldwin, A.L., Bateson, M., Beale, C., Clark, C., Deak, T., Edwards, E.F., Fernández, A., Godinho, A., Hatch, L., Kakuschke, A., Lusseau, D., Martineau, D., Romero, L.M., Weilgart, L., Wintle, B., Notarbartolo di Sciara, G. & Martin, V. 2007. Do marine mammals experience stress related to anthropogenic noise?. *International Journal of Comparative Psychology* 20: 274–316.