

Pêches et Océans
Canada Fisheries and Oceans
CanadaGestion des écosystèmes Écosystèmes Management
Région du Québec Quebec Region

Classif. sécurité / Security

Le 11 décembre 2024

Par courriel seulement

Votre réf. / You ref.

Programme de dragage d'entretien au port de Gros-Cacouna – Questions complémentaires – DQ7

Madame Annie St-Gelais
Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
140, Grande Allée Est, bureau 650
Québec (Québec) G1R 5N6Notre réf. / Our ref.
23-HQUE-00084**Objet : Programme décennal de dragage d'entretien au port de Gros-Cacouna par la SPBSG –
Réponse aux questions complémentaires du BAPE**

Madame,

Veillez trouver ci-dessous les réponses aux questions supplémentaires transmises le 21 novembre 2024 en lien avec le projet cité en objet.

1. Selon les informations recueillies par la commission d'enquête, le bruit généré par les embarcations lors de l'acheminement des sédiments du site de dragage au site de rejet est similaire pour un remorqueur et une drague hydraulique autoporteuse (Veirs, Veirs, et al., 2016; Reine, Clarke, et al., 2014). Toutefois, la drague hydraulique effectuerait entre 3 et 4 allers-retours entre les sites par jour tandis que pour la drague mécanique, il faudrait entre 15 et 30 voyages par jour (PR3.1, p. 186).
Pour un temps de transit similaire, considérez-vous que la drague hydraulique affecterait moins les bélugas lors de la navigation que la drague mécanique considérant qu'elle nécessiterait de 4 à 10 fois moins de voyages par jour? Veuillez expliquer votre réponse.

Les informations recueillies par la commission d'enquête sur « le bruit généré par les embarcations lors de l'acheminement des sédiments du site de dragage au site de rejet » sont trop faiblement documentées, et basées sur deux études controversées. Les articles Veirs, Veirs et al., 2016; Reine, Clarke, et al., 2014 comportent tous deux des questionnements importants sur la validité des méthodes employées pour la mesure des niveaux sonores et des estimations des niveaux sonores à la source.

Parmi les points discutables dans Reine et al. (2014) :

- Un probable problème de mesure figure 2 montrant une augmentation des niveaux sonores à partir de 1800 Hz. De l'aveu même des auteurs P17, paragraphe 2, fin : « Another possible source may be an internal electrical source of unknown origin. »
- une potentielle mesure des niveaux par bandes inexacte : « The 1/3-octave analysis sums the dB values for each frequency in the individual frequency bands and produces a dB value of the collective frequencies in each band. » Normalement, pour obtenir les niveaux d'énergie dans une bande il faut faire la somme des niveaux d'énergie en unité physique linéaire ex. micro Pascals, et non logarithmique dB.

- Une mesure des niveaux à la source ne respectant pas les standards ANSI, et sans étude comparative solide entre la méthode de mesure employée et les standards.
- Une mesure en « petit-fond » qui est impropre à l'évaluation de niveaux à la source standard en particulier en basse fréquences. Ces mesures ne sont donc applicables que dans des milieux similaires à celui dans lequel a été effectuée la mesure.

Parmi les points discutables dans Viers et al. (2016) :

- Une mesure des niveaux à la source ne respectant pas les standards ANSI, et sans étude comparative solide entre la méthode de mesure employée et les standards, avec entre autre, une absence d'évaluation de la répétabilité et de la sensibilité des résultats à certaines co-variables telles que la distance au récepteur.
- Un manque d'information au sujet de la chaîne d'acquisition même si les spectres présentés ne montrent pas de marque apparente de problèmes numériques.
- Une mesure en petit fond sur une bathymétrie comportant de fortes pentes, avec un probable effet important sur les basses fréquences. En particulier on peut noter l'absence de maximum dans la bande 40 Hz-80 Hz qui revient dans les études utilisant des méthodes de mesure standard, ex. Simard et al. 2016, ou d'autres mesures effectuées dans la même région et dans des conditions plus favorables McGillivray et al. (2022).

Dans tous les cas, une variabilité inter-navires des niveaux à la sources de l'ordre de 20 à 60 dB est observée, ce qui indique le besoin de mesures spécifiques aux navires utilisés pour être capable de conclure sur l'hypothèse de niveaux à la sources comparable lors des transits de la drague mécanique et de la drague hydraulique.

En plus des niveaux à la source, la profondeur de la source est aussi importante pour être capable d'estimer la transmission du son dans l'eau.

Un autre point important concernant les sources de bruit lorsque le navires n'est pas en transit. Dans le descriptif du projet (Étude d'impact, P135-136) il est mentionné que les travaux auront lieu 24h sur 24h ; et il est aussi mentionné que les autres opérations génèrent aussi du bruit. Le bruit généré par ces opérations doit être pris en compte pour la comparaison des risques d'impacts acoustiques. Toujours dans le descriptif du projet la durée estimée des travaux est similaires dans le cas de l'utilisation de la drague hydraulique et mécanique. Ceci implique que du bruit sera généré de manière ininterrompu, que les dragues soient en transit ou non, et que pour faire la comparaison entre les risques d'impact d'une méthode par rapport à l'autre, une comptabilité détaillée des niveaux sonores et risques d'impact associé, incluant toutes les sources et toutes opérations, doit être effectuée sur l'ensemble de la zone soumise aux émissions sonores générées par les travaux.

Malgré tout, si on met de côté les points importants ci-dessus nécessitant une attention particulière, et dans le but de répondre de manière théorique à la question, il est vrai que :

- pour une même source acoustique (ou deux sources acoustiques identiques en tout point)
- pour une période d'activité théorique donnée d'au moins une journée
- en l'absence d'autres sources de bruit lorsque les sources ne transitent pas
- pour des caractéristiques de transits en tout point égales (vitesse, durée, point de départ et d'arrivée, trajectoires pour joindre le point de départ et d'arrivée)

alors, 3 à 4 transits aller-retour auront moins d'impact sur l'habitat du béluga que 15 à 30 transits aller-retour par jour.

Néanmoins, cette dernière considération théorique, ne permet pas de conclure sur la méthode de dragage qui minimiserait les risques d'impacts acoustiques sous-marins. Pour ce faire, une étude complète, plus détaillée, serait nécessaire. Elle devrait comporter des scénarios d'opérations précis prenant en compte la position des sources dans le temps et l'espace, et la simulation des niveaux sonores et des différents types de risques d'impacts avec des modèles de propagation acoustique appropriés pour les petits fonds, et validés par des mesures physiques in situ.

Références

- MacGillivray, A.O., L.M. Ainsworth, J. Zhao, J.N. Dolman, David E. Hannay, H. Frouin-Mouy, K.B. Trounce & D.A. White. 2022. A functional regression analysis of vessel source level measurements from the Enhancing Cetacean Habitat and Observation (ECHO) database. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 152: 1547-1563.
- McQuinn, I.H., V. Lesage, D. Carrier, G., Y. Samson, S. Chartrand, R. Michaud & J. Theriault. 2011. A threatened beluga (*Delphinapterus leucas*) population in the traffic lane: Vessel-generated noise characteristics of the Saguenay-St. Lawrence Marine Park, Canada. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 130(6): 3661-3673. doi : 10.1121/1.3658449.
- Reine, K.J., D. Clarke, C. Dickerson & G. Wikel. 2014. Characterization of underwater sounds produced by trailing suction hopper dredges during sand mining and pump-out operations. US Army Engineer Research and Development Center ERDC/EL TR-14-3. 96 p.
- Tetrattech. 2023. Étude d'impact environnemental - Programme décennal de Dragage d'entretien au port de Gros-Cacouna. Dossier 3211-02-329.
- Veirs, S., V. Veirs & J.D. Wood. 2016. Ship noise in and urban estuary extends to frequencies used for echolocation by endangered killer whales. *PeerJ* 4:e1657. 35 p. doi : 10.7717/peerj.1657.

2. Considérant que la plage de fréquences émises par des opérations de dragage n'est pas celle à laquelle le béluga est le plus sensible (DQ4.1, p. 1 PDF) et qu'une zone de protection de 400 mètres de rayon serait appliquée, ce qui pourrait éviter de dépasser le seuil de dérangement (Martin Dorais, SPBSG, DT1, p. 68; PR3.1, p. 164), est-il préférable de réduire l'intensité du bruit ou le temps de dérangement afin de limiter les effets sur le béluga? Veuillez expliquer votre réponse.

Tout d'abord, les seuils de dérangements comportementaux utilisés dans les références citées ne doivent pas être considérés comme un seuil garantissant l'absence de dérangement comportemental. Dans la réalité, il existe une variabilité important autour de ces seuils comme l'indique la revue de littérature exhaustive réalisée par Gomez et al. en 2016 (Gomez et al. 2016). Dans cette étude on voit que la distribution de probabilité de dérangement s'étire entre 90 dB re 1 μ Pa et 170 dB re 1 μ Pa (Fig. 4b).

Ensuite, il doit être noté qu'il n'est pas toujours aisé, en pratique, « d'appliquer une zone de protection de 400 m » puisque qu'aucune barrière physique n'est en place. De plus, la capacité de détecter et localiser les individus dans un rayon de 400 m est limitée aux observations de surface et n'est donc pas infaillible. Le risque que des individus puissent entrer dans les 400 m doit donc être considéré.

De plus, l'intensité et la durée d'exposition ne sont pas complètement indépendantes puisque qu'une réduction de l'intensité du bruit réduit de facto l'empreinte spatiale de la zone affectée par le bruit et donc la durée d'exposition de l'habitat à un niveau donné. Dans le cas de transit de navires les niveaux à la source et les durée de transit sont aussi reliés à la vitesse de déplacement du navire. Une analyse de sensibilité réalisée sur un modèle théorique (Aulanier 2018) a montré que la solution optimale permettant de minimiser le risque de dépasser certains niveaux sonores est extrêmement dépendante du contexte local.

En conclusion, afin de répondre de manière fiable à cette question, une analyse de risque basée sur des scénarios complets et détaillés devrait être réalisées comme mentionné dans la réponse à la question 1. Toutefois, il est toujours préférable de réduire l'intensité du bruit ou le temps de dérangement afin de permettre aux bélugas de s'approcher, voire d'entrer dans ce rayon de 400 m.

Références

Gomez, C., Lawson, J. W., Wright, A. J., Buren, A. D., Tollit, D., & Lesage, V. (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), 801-819.

Aulanier, F. J. (2018). Toward efficient shipping noise probability density function estimation using sea-lane source decomposition and probability theory. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 144(3_Supplement), 1732-1732.

3. Vous avez affirmé en séance publique que des projets sont en cours depuis 2018 afin d'étudier la réaction des bélugas en fonction des bruits émis (Véronique Lesage, DT2, p. 44). Pouvez-vous faire une brève description de ces projets et préciser leur état d'avancement ?

Nous tentons de comprendre l'impact du bruit de la navigation dans le St-Laurent sur les bélugas à l'aide d'une combinaison de prise de données empiriques sur le comportement et l'exposition au bruit des bélugas, les niveaux de bruits ambiant, et de la modélisation (bruit et impacts).

Plus précisément, les travaux de recherche portent sur la collecte de données acoustiques, l'analyse de ces données et des travaux de modélisation afin de documenter de manière fiable plusieurs couches d'information :

- 1) La caractérisation des composantes du bruit ambiant dans l'habitat du béluga en fonction du temps, de l'espace et des fréquences ; et l'estimation quantitative des distributions de probabilités des niveaux sonores de chacune de ses composantes. Ceci comprend le déploiement d'un observatoire sous-marin permettant de suivre les niveaux sonores et des travaux de modélisation dont les résultats préliminaires peuvent être consultés sur l'Atlas des paysages acoustiques océaniques (<https://soundscape-atlas.uqar.ca/>).

Les mesures ont notamment permis de faire une « Estimation des niveaux de bruit de bateaux d'écotourisme opérant dans le parc marin du Saguenay–Saint-Laurent au moyen d'un observatoire acoustique » publié dans le rapport qui se trouve ici : <https://publications.gc.ca/site/eng/9.911648/publication.html?wbdisable=true>

- 2) Le suivi de la distribution spatiale et temporelle de bélugas par acoustique passive dont les premiers résultats sont consultables dans l'article suivant paru l'an passé Mesoscale habitat use by St. Lawrence estuary beluga over the annual cycle from an acoustic recording network | *The Journal of the Acoustical Society of America* | AIP Publishing (<https://pubs.aip.org/asa/jasa/article/154/2/635/2905657>)
- 3) Les interactions entre le bruit de navigation et les bélugas grâce à des mesures effectuées avec des réseaux acoustiques dérivants, des systèmes acoustiques embarqués sur les bélugas et des antennes acoustiques posées sur le fond, couplé à un réseau d'observation par caméras terrestre.
- 4) Enfin, le croisement entre toutes ces informations pour produire des cartes de la distribution des différents risques d'impact du bruit de trafic maritime sur le béluga du Saint-Laurent.

Plusieurs publications sont à un stade avancé de préparation et devraient paraître dans les prochaines années, d'autres travaux nécessitant l'aboutissement des travaux précédents restent à poursuivre.

4. L'initiateur indique qu'il y a environ 50 000 mouvements annuels d'embarcations dans l'estuaire moyen et maritime du Saint-Laurent, incluant le traversier, le trafic maritime, la plaisance, les bateaux d'excursion et les bateaux de pêche (DA7.10, p. 1). Sachant que vous estimez les mesures d'atténuation prévues par l'initiateur suffisantes pour minimiser les risques sur la survie et le rétablissement de la population de béluga du Saint-Laurent (DQ4.1, p. 2), comment évaluez-vous la contribution du dragage à l'ambiance sonore générale dans la zone d'étude, comparativement au bruit subaquatique et au dérangement liés aux autres activités humaines s'y déroulant? Expliquez votre réponse.

Ce genre d'évaluation requiert de considérer une grande variété de facteurs, et ne serait pour l'instant, qu'une évaluation subjective. Pour évaluer de manière quantitative la contribution sonore du projet au paysage sonore sous-marin de l'estuaire du Saint-Laurent il faudrait :

- 1) Déterminer l'empreinte acoustique spatiale du projet, ce qui ne peut se faire que par une étude combinant des travaux de modélisation acoustique et des mesures in situ pour calibrer et valider les modèles.
- 2) Identifier les autres sources potentielles de bruit sous-marin affectant la même zone, car les 50 000 mouvements annuels ne contribuent pas tous aux niveaux sonores dans la zone recevant des sons en provenance du projet de dragage.
- 3) Quantifier ces contributions des travaux de mesures in situ et de modélisation, et
- 4) Ajouter les estimées de niveaux sonores du projet de dragage aux estimées de niveaux sonores des autres contributeurs et estimer les risques d'impacts acoustiques sans et avec le projet.

En l'absence de telles évaluations, des ordres de grandeurs basés sur Roy et Simard (2015) pour les passages de navires peuvent être considérés. Cette étude prouve que la voie de navigation ne contribue que très partiellement aux niveaux acoustiques de Cacouna, où le niveau de bruit est plus faible, de l'ordre de 10 à 15 dB, que celui des secteurs avoisinants, au trafic maritime plus intense. Dans la région de Cacouna, le trafic maritime estival était surtout dominé par les navires de plaisance. Toutefois, toutes les sources de bruit anthropique n'étaient pas enregistrées.

Les travaux de dragage doivent avoir lieu dans l'habitat essentiel du béluga à un moment où leur présence est la plus faible dans l'année, mais pas nulle. Ceci réduit la proportion de la population qui est susceptible d'être exposée, mais va à l'encontre des objectifs du Gouvernement du Canada, qui vise à réduire l'exposition des bélugas au bruit, ce dernier est jugé trop élevé.

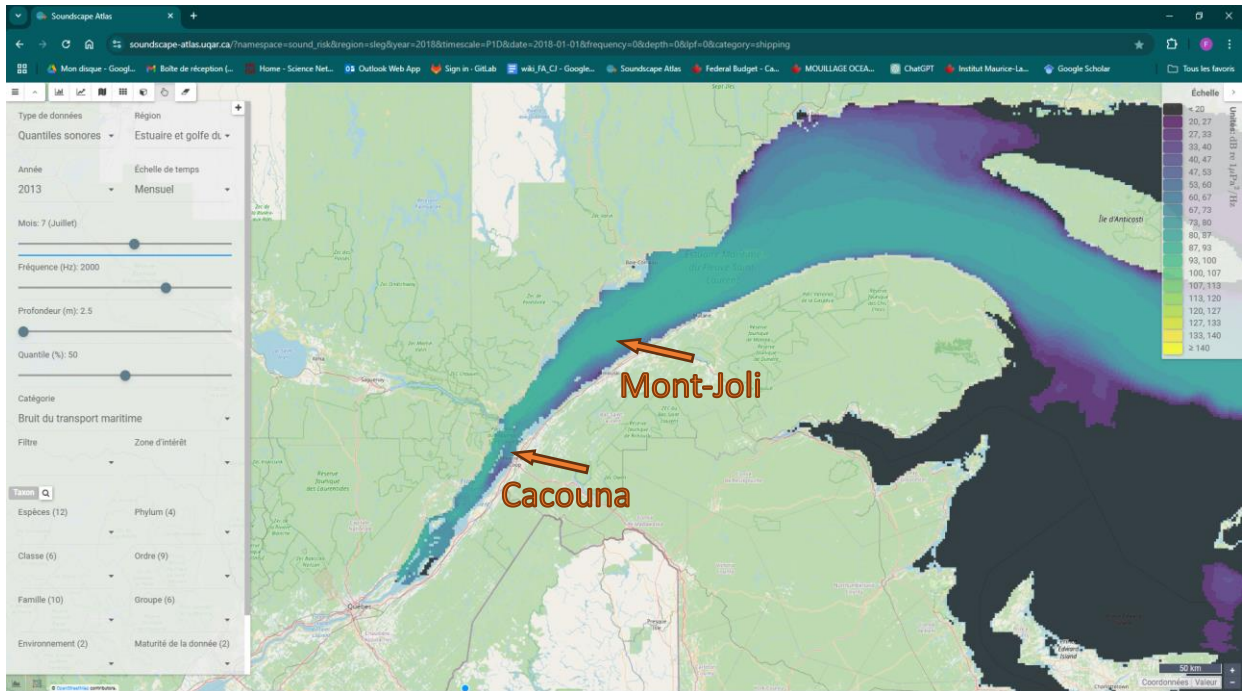
Référence

Roy, N, et Y. Simard. 2015. Bruit ambiant et fréquentation de la région de Cacouna par le béluga du Saint-Laurent à l'été 2014 par monitoring acoustique continu. *Rapport technique canadien des sciences halieutiques aquatiques*. 3141: vi+22 p.

5. Le site du port de Gros-Cacouna se situe dans un secteur où le bruit serait le plus bas dans la zone du parc marin Saguenay-Saint-Laurent, pouvant ainsi servir de refuge sonore au béluga, et il serait vulnérable à une augmentation du bruit anthropique qui s’y propage plus facilement qu’ailleurs (McQuinn, Lesage, et al., 2011) :

- a. Ce rôle de refuge vaut-il pour toute l’année ou seulement pendant la période sensible? Expliquez votre réponse.

Bien que l’étude de McQuinn et al. (2011) émette l’hypothèse que la nature du fond est propice à la propagation acoustique, l’affirmation disant que le bruit se propage plus facilement dans ce secteur qu’ailleurs dans l’estuaire devrait être démontrée plus solidement par des mesures et des modèles car ce n’est pas ce qui est classiquement observé dans la littérature. En effet, le son se propage beaucoup mieux en « grand-fond », i.e. avec peu ou pas d’interactions avec les interfaces fond et surfaces, qu’en « petit-fond », i.e. avec beaucoup d’interactions entre la surface et le fond. À chaque réflexion sur une interface, il y a une des pertes de transmissions associées au phénomène de diffusion des ondes acoustiques par la rugosité de l’interface, il y a aussi des transmissions d’une partie du champ acoustique dans les couches sédimentaires sous forme d’ondes élastiques pour lesquelles l’atténuation par absorption dans ces milieu est plus importante que dans l’eau. C’est d’ailleurs une des raisons pour lesquelles la région au sud de l’Île-aux-Lièvres reçoit moins d’énergie acoustique en basse fréquence que d’autres régions à même distance de la voie maritime plus en aval (cf. <https://soundscape-atlas.uqar.ca/>).

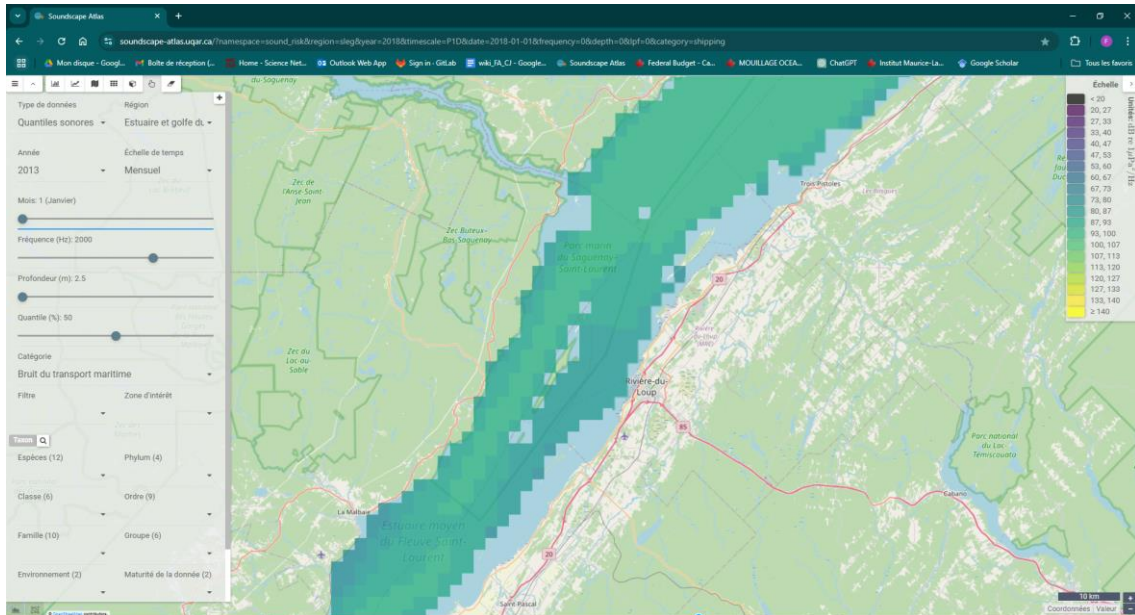


Exemple de deux sites à des distances similaires de la voie de navigation. On peut voir que le secteur de Cacouna a des niveaux plus faibles que le secteur au large de Mont-Joli. (cf. <https://soundscape-atlas.uqar.ca/>, Type de données : quantiles sonores; Région : Estuaire et golfe du Saint-Laurent; Année : 2013; Échelle de temps : Mensuel; Mois : Juillet; Fréquence : 2kHz ; Profondeur : 2.5 m; Quantile : 50; Catégorie : Bruit du transport maritime)

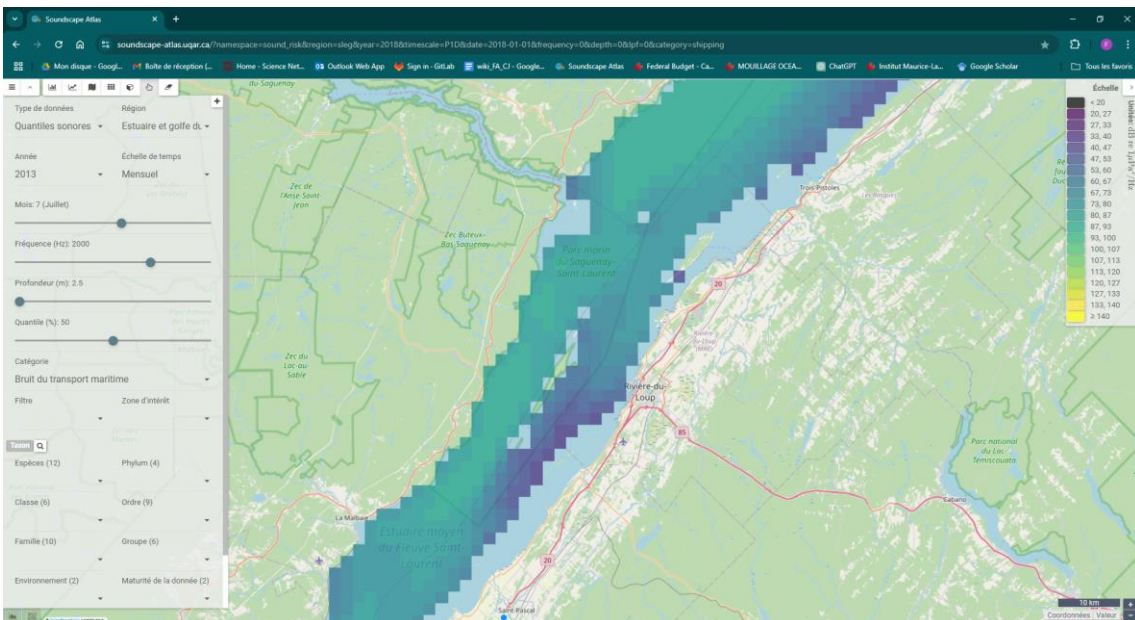
En hiver, les températures de surfaces ont tendance à être plus faibles qu’en profondeur. Ce gradient de température crée ce qu’on appelle un chenal de surface qui fait en sorte qu’une plus faible partie des ondes sonores interagissent avec le fond. Ceci améliore la propagation du son en réduisant les pertes de

diffusion, transmission et absorption sur le fond. Dans ces conditions, cette région serait un moins bon refuge acoustique en hiver qu'en été (cf. <https://soundscape-atlas.uqar.ca/>).

Toutefois, pour que ces conditions soient réalisées cela nécessite un faible mélange de la colonne d'eau, et l'absence de vagues ou de glace en surface.



Exemple de niveaux sonores du bruit de navigation en hiver. (cf. <https://soundscape-atlas.uqar.ca/>, Type de données : quantiles sonores ; Région : Estuaire et golfe du Saint-Laurent ; Année : 2013 ; Échelle de temps : Mensuel; **Mois : Janvier**; Fréquence : 2kHz; Profondeur : 2.5 m; Quantile : 50; Catégorie : Bruit du transport maritime)



Exemple de niveaux sonores du bruit de navigation en été (cf. <https://soundscape-atlas.uqar.ca/>, Type de données : quantiles sonores; Région : Estuaire et golfe du Saint-Laurent; Année : 2013; Échelle de temps : Mensuel; **Mois : Juillet**; Fréquence : 2kHz; Profondeur : 2.5 m; Quantile : 50; Catégorie : Bruit du transport maritime)

Ainsi, l'importance relative de ce refuge acoustique descend l'hiver puisque certaines activités bruyantes ailleurs dans l'habitat du béluga se réduisent. Cela n'empêche la fonction de refuge de persister dans le temps.

- b. Le programme décennal de dragage d'entretien compromettrait-il le rôle de refuge sonore du secteur? Expliquez votre réponse.

Il est indéniable que des activités anthropiques telles que le dragage ou le passage de navires génèrent du bruit sous-marin qui s'ajoute au bruit ambiant naturellement présent dans le milieu, et que l'ajout de bruit dans l'environnement réduit de facto les périodes d'absence de ce bruit additionnel, donc des périodes avec des niveaux sonores plus faibles, plus silencieuses.

Néanmoins, pour répondre à cette question il faudrait définir précisément ce qu'est un refuge acoustique : est-ce une définition relative aux niveaux sonores des autres secteurs de l'estuaire? Est-ce un niveau absolu en dB à ne pas dépasser? Doit-on considérer seulement les impacts directs sur les périodes où le béluga est présent ou prendre en compte toute la dynamique des écosystèmes?

Ensuite, il faudrait démontrer que le secteur joue véritablement un rôle de refuge acoustique pour le béluga en quantifiant comment la présence du béluga dans ce secteur contribue à préserver la population. Pour, enfin, quantifier comment l'ajout de source de bruit de dragage est un frein à la préservation du béluga.

Il n'existe actuellement aucune étude faisant la lumière sur ces aspects précis ; il est donc impossible de répondre à cette question pour le moment.

Référence

McQuinn, I.H., V. Lesage, D. Carrier, G., Y. Samson, S. Chartrand, R. Michaud & J. Theriault. 2011. A threatened beluga (*Delphinapterus leucas*) population in the traffic lane: Vessel-generated noise characteristics of the Saguenay-St. Lawrence Marine Park, Canada. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 130(6): 3661-3673. doi : 10.1121/1.3658449.

Reine, K.J., D. Clarke, C. Dickerson & G. Wikel. 2014. Characterization of underwater sounds produced by trailing suction hopper dredges during sand mining and pump-out operations. US Army Engineer Research and Development Center ERDC/EL TR-14-3. 96 p.

Veirs, S., V. Veirs & J.D. Wood. 2016. Ship noise in and urban estuary extends to frequencies used for echolocation by endangered killer whales. *PeerJ* 4:e1657. 35 p. doi : 10.7717/peerj.1657.

Nous nous tenons à votre disposition pour toute autre information.

Cordialement.

L'équipe du MPO

Florian Aulanier et Véronique Lesage, Direction régionale des Sciences

Catherine Laurian, Direction régionale de la gestion des écosystèmes