



DENSITÉS SPATIALES SAISONNIÈRES DES CÉTACÉS DANS LE SUD DE LA MER DES SALISH ET SUR LE BANC SWIFTSURE



Dans le sens horaire à partir du haut : rorqual à bosse, marsouin de Dall, marsouin commun (pas à l'échelle, illustrations d'Uko Gorter).



Figure 1. Zone d'étude pour les relevés systématiques par transects linéaires sur les cétacés effectués entre août 2020 et août 2024 (orange) et emplacements des voies de navigation entrantes et sortantes (schéma de séparation du trafic; gris). La mer des Salish est illustrée en médaillon (violet).

CONTEXTE

La Régie de l'énergie du Canada (REC) a recommandé que le gouverneur en conseil élabore un programme de compensation en réponse à l'augmentation du bruit sous-marin et du risque de collision avec les espèces en péril causée par la navigation maritime dans le cadre du Projet d'agrandissement du réseau de Trans Mountain (TMX). Plus particulièrement, la recommandation 6 (d) demandait la détermination des zones précises d'alimentation, de rassemblement et de migration des espèces marines en péril figurant sur la liste fédérale et l'examen des mesures d'atténuation dans ces zones (y compris le banc Swiftsure, Office national de l'énergie 2019). Pour répondre à cette recommandation, des relevés réguliers par bateau, tout au long de l'année, ont commencé en 2020 afin de documenter la présence de cétacés dans le sud de la mer des Salish et dans le banc Swiftsure. L'objectif de ces relevés était de collecter des données saisonnières sur l'abondance, la densité et la répartition en utilisant un plan de relevé systématique par transects linéaires.

Le présent avis scientifique découle de la réunion régionale d'examen par les pairs qui s'est tenue du 25 au 27 février 2025 et portait sur la répartition saisonnière, densité et abondance des espèces de cétacés en péril dans le sud de la mer des Salish et sur le banc Swiftsure.

Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

SOMMAIRE

- La Régie de l'énergie du Canada a déterminé qu'il manque de données sur la connaissance de la densité et de la répartition saisonnières des cétacés dans la zone de transport maritime du TMX.
- 29 relevés systématiques par bateau, couvrant le sud de la mer des Salish et le banc Swiftsure, ont été répétés durant chaque saison entre août 2020 et août 2024.
- Les relevés ont été conçus pour détecter plusieurs espèces de cétacés. Huit espèces de cétacés différentes ont été détectées. Il y a eu suffisamment d'observations de rorquals à bosse, de marsouins communs et de marsouins de Dall pour estimer la densité et l'abondance tenant compte de la détectabilité de chaque espèce.
- La modélisation spatiale a été utilisée pour produire des cartes de densité corrigées en fonction de l'effort et propres à la saison dans les parties canadiennes de la zone de transport maritime du TMX. Les trois espèces présentaient des profils de densité saisonnière et spatiale distincts.
- L'abondance du rorqual à bosse était plus élevée en hiver. Les zones où la densité du rorqual à bosse était plus élevée comprenaient le banc Swiftsure en toutes saisons et le centre et l'ouest du détroit de Juan de Fuca en été et en automne.
- Les marsouins communs étaient l'espèce la plus fréquemment observée en toutes saisons. Les zones où la densité du marsouin commun était plus élevée comprenaient le détroit de Haro, le passage Boundary et l'est du détroit de Juan de Fuca toute l'année. Il y avait également des zones à forte densité dans le sud du détroit de Georgia en hiver, au printemps et en automne.
- L'abondance du marsouin de Dall était plus élevée en hiver. La densité du marsouin de Dall était plus élevée dans le sud du détroit de Georgia en automne et en hiver, et dans l'ouest du détroit de Juan de Fuca au printemps et à l'été.
- Cette étude pluriannuelle fournit les premières estimations spatialement explicites de la répartition et de l'abondance saisonnières des rorquals à bosse, des marsouins communs et des marsouins de Dall dans le sud de la mer des Salish et sur le banc Swiftsure. Ces résultats visent à éclairer une évaluation du risque de collision avec un navire prévue ultérieurement.
- Les couches de densité saisonnières peuvent éclairer les études sur l'écosystème, la planification du rétablissement, la planification des interventions environnementales et les évaluations des répercussions des menaces, comme l'empêchement dans les engins de pêche et le bruit sous-marin.
- La variabilité temporelle observée dans les répartitions des cétacés dans la zone de navigation maritime du TMX souligne un besoin en matière de stratégies de gestion fondées sur les profils de densité saisonnière et non sur des données provenant d'une seule saison ou année.

INTRODUCTION

La mer des Salish est une région riche sur le plan biologique qui abrite diverses populations de mammifères marins et qui est de plus en plus touchée par les activités humaines, y compris le transport maritime et le développement industriel. Les connaissances antérieures publiées portant sur la présence des cétacés dans la mer des Salish étaient largement fondées sur des données de présence provenant de plateformes opportunistes (p. ex. Hauser *et al.* 2007, Olson *et al.* 2018), qui ne sont pas toujours appropriées pour quantifier l'abondance et la densité en raison de biais liés à l'espace et à l'effort. Bien que certaines études antérieures aient utilisé des plans de relevé systématique et une modélisation spatiale (p. ex. Best *et al.* 2015, Nichol *et al.* 2017, Wright *et al.* 2021), elles étaient souvent limitées à une seule saison, reposaient sur des échantillons de petite taille ou sont maintenant désuètes. Ces limites ont rendu difficile l'évaluation de la variation saisonnière de la répartition des cétacés et l'estimation des densités à des échelles pertinentes, des renseignements qui sont essentiels pour l'évaluation spatialement explicite des risques et l'atténuation des menaces. La présente étude comble ces lacunes grâce à des relevés systématiques effectués tout au long de l'année et à la modélisation de la densité en surface, et fournit des estimations actualisées et à résolution saisonnière de la densité des cétacés dans les zones touchées par le transport maritime lié au TMX.

ÉVALUATION

Relevés et modélisation

La zone d'étude a été délimitée à l'aide d'une zone tampon de 6 km autour des voies de transport maritime commercial dans le sud de la mer des Salish entre Vancouver et le banc Swiftsure, à l'exclusion des eaux américaines (figure 1). Les relevés ont été effectués à une fréquence mensuelle lorsque possible entre 2020 et 2022, et tous les deux mois en 2023-2024, pour un total de 29 relevés couvrant 7 370 km. Le navire de recherche de 12,8 m a parcouru des lignes de transect systématiques espacées de 18 km et orientées perpendiculairement au rivage et aux gradients de profondeur. Les données ont été recueillies à l'aide de protocoles d'échantillonnage normalisés selon la distance, d'un observateur placé de chaque côté de la proue du navire et d'un enregistreur de données à l'intérieur de la timonerie.

Les relevés ont donné lieu à 2 306 observations de huit espèces de cétacés, toutes effectuées par les trois mêmes observateurs pendant toute la période d'étude. Les cétacés les plus fréquemment détectés étaient le rorqual à bosse, le marsouin commun et le marsouin de Dall. Des modèles de densité de surface (MDS) ont été créés pour chacune de ces trois espèces et pour chaque saison (hiver : janvier à mars; printemps : avril à juin; été : juillet à septembre; automne : octobre à décembre). La première étape de l'analyse consistait à modéliser comment la détectabilité de chaque espèce était influencée par la distance par rapport à la ligne du transect et par les conditions environnementales. La deuxième étape consistait à modéliser le nombre d'animaux dénombrés dans chaque segment de relevé de 2 km, ajusté pour la détectabilité, afin de prédire comment la densité varie dans toute la zone d'étude lors de chaque saison en fonction des covariables de l'habitat (p. ex. pente, profondeur, température de la surface de la mer). Ces données étaient tracées sur une grille de 2 km².

La modélisation spatiale a permis de produire des cartes de densité corrigées en fonction de l'effort et propres à la saison dans les parties canadiennes de la zone de transport maritime du TMX (National Energy Board 2019). Les trois espèces présentaient des profils de densité saisonnière et spatiale distincts. L'abondance du rorqual à bosse était plus élevée en hiver. Les

zones où la densité du rorqual à bosse était plus élevée comprenaient le banc Swiftsure en toutes saisons et le centre et l'ouest du détroit de Juan de Fuca en été et en automne (figure 2). Les marsouins communs étaient l'espèce la plus fréquemment observée en toutes saisons. Les zones où la densité du marsouin commun était plus élevée comprenaient le détroit de Haro, le passage Boundary et l'est du détroit de Juan de Fuca toute l'année (figure 3). Il y avait également des zones à forte densité dans le sud du détroit de Georgia en hiver, au printemps et en automne. L'abondance du marsouin de Dall était plus élevée en hiver. La densité du marsouin de Dall était plus élevée dans le sud du détroit de Georgia en automne et en hiver, et dans l'ouest du détroit de Juan de Fuca au printemps et à l'été (figure 4).

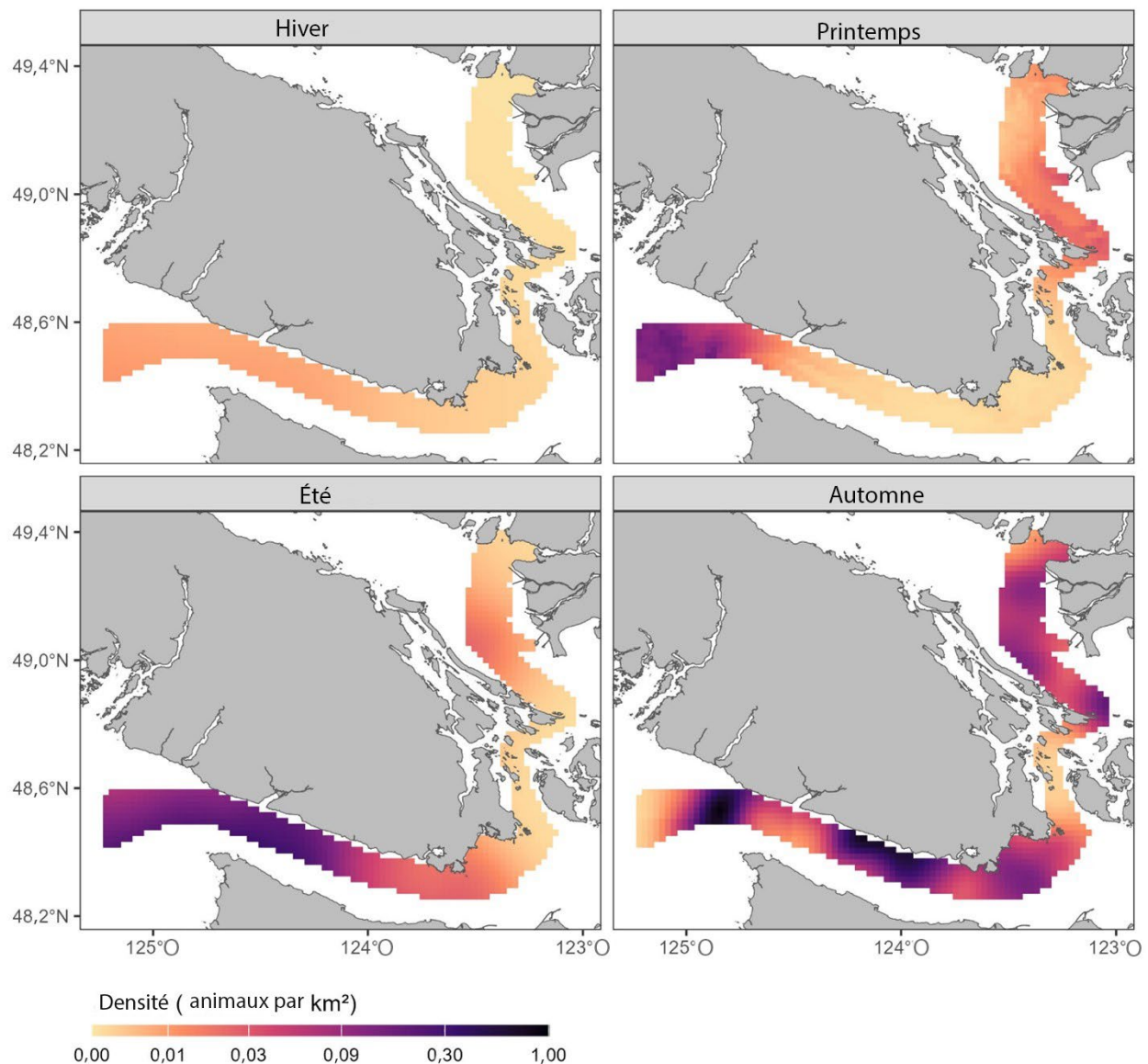


Figure 2. Densité prédite du rorqual à bosse (animaux par km²) au cours de chaque saison. Hiver : janvier à mars; printemps : avril à juin; été : juillet à septembre; automne : octobre à décembre.

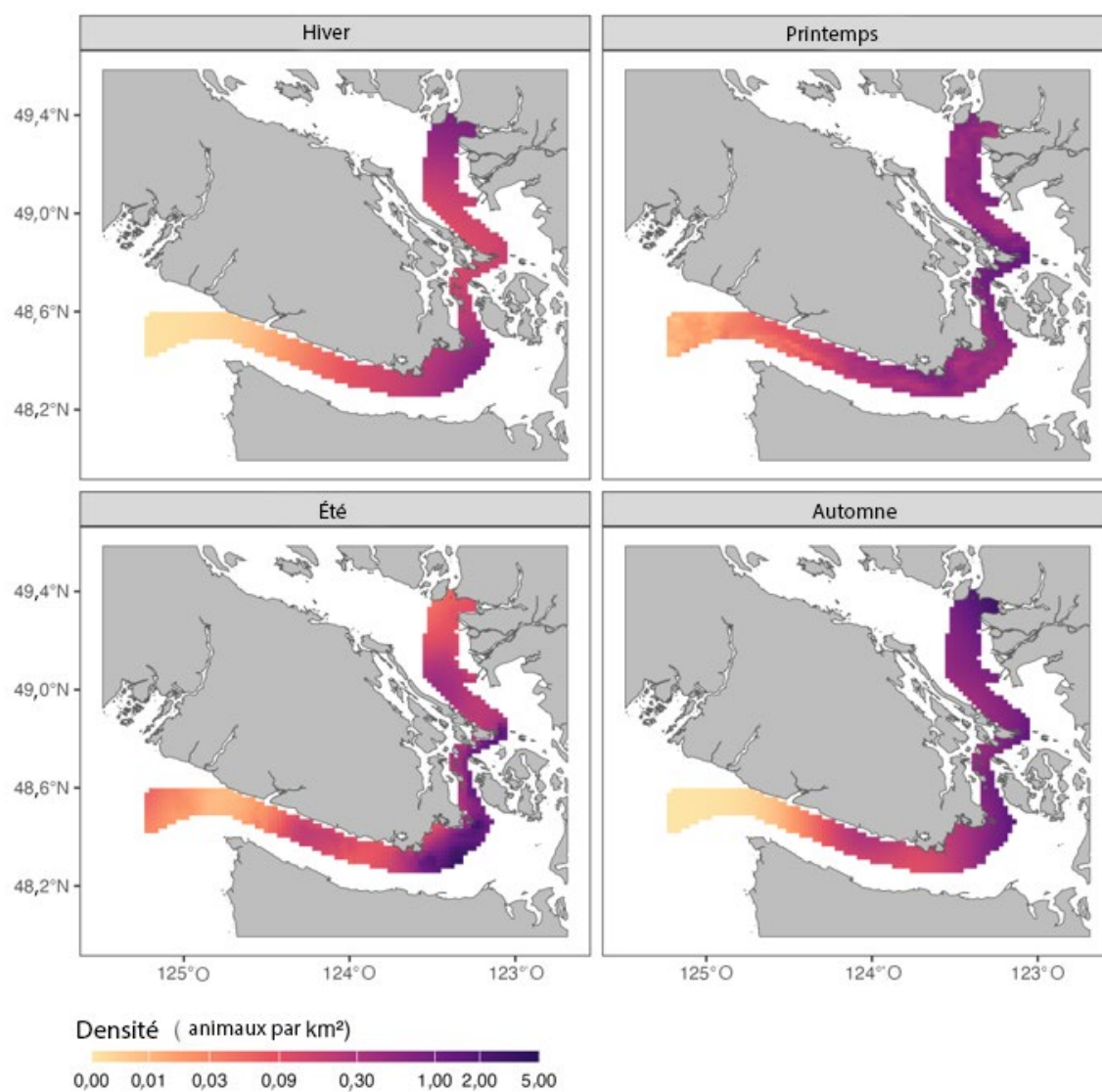


Figure 3. Densité prédite du marsouin commun (animaux par km²) au cours de chaque saison. Hiver : janvier à mars; printemps : avril à juin; été : juillet à septembre; automne : octobre à décembre.

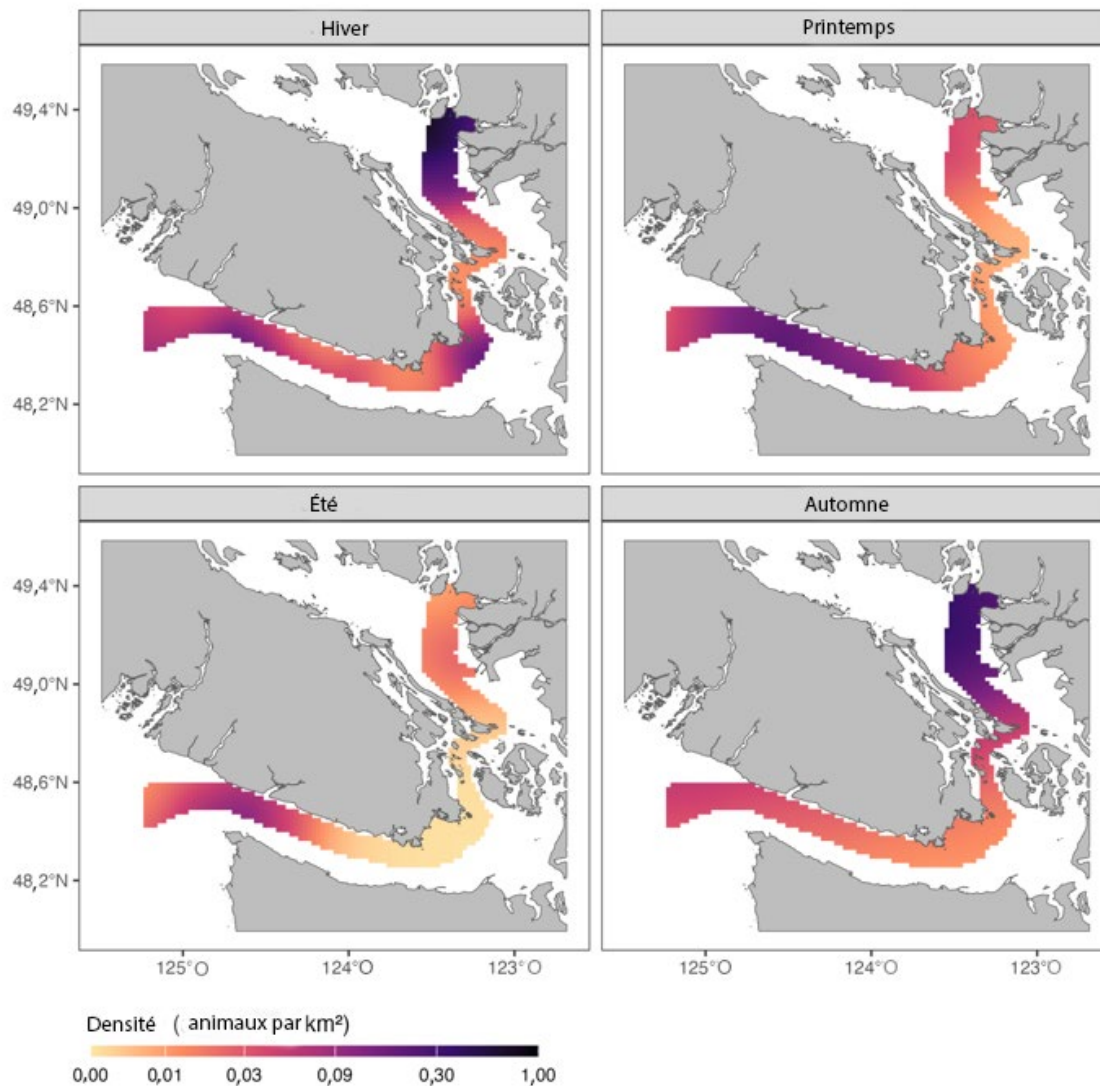


Figure 4. Densité prédite du marsouin de Dall (animaux par km²) au cours de chaque saison. Hiver : janvier à mars; printemps : avril à juin; été : juillet à septembre; automne : octobre à décembre.

Sources d'incertitude

Les techniques d'échantillonnage par distance supposent que tous les animaux sur la trajectoire du relevé sont détectés. Des entorses à cette hypothèse se produisent lorsque les observateurs manquent des animaux sous l'eau (biais de disponibilité) ou des animaux près de la trajectoire même s'ils sont disponibles à la surface (biais de perception). Ces deux biais peuvent entraîner une sous-estimation de l'abondance réelle. L'ampleur de ces biais devrait être faible en raison des courtes périodes de plongée des espèces dans la zone, de la vitesse lente de la plateforme de relevé et de l'expérience de l'équipe de relevé. Cependant, la validité des profils de densité modélisés pourrait être affectée si ces biais varient dans l'espace et le temps (p. ex. si la détectabilité diffère pendant certaines saisons ou dans certaines zones en raison de la variabilité du comportement de plongée ou des effets des conditions météorologiques qui ne pourraient pas être pris en compte dans les modèles). En particulier, le marsouin commun est

probablement plus difficile à détecter dans les eaux plus exposées et souvent agitées du banc Swiftsure que dans les eaux plus abritées de l'intérieur de la mer des Salish, en raison de sa petite taille et de son profil bas.

Dans de nombreux cas, les modèles spatiaux les mieux ajustés n'ont pas été améliorés par l'inclusion de variables environnementales (c'est-à-dire que la densité prédite était basée uniquement sur des données spatiales corrigées en fonction de l'effort), ce qui indique que certains des prédicteurs environnementaux envisagés n'étaient pas des approximations appropriées pour les mécanismes réels qui sous-tendent la sélection de l'habitat par les cétacés dans la zone d'étude. Bien que le but de cette étude ne soit pas d'expliquer la fonction de l'habitat privilégié, l'absence de relations environnementales fortes inférées empêche l'extrapolation des tendances observées à l'extérieur de la zone étudiée ou dans des conditions futures changeantes.

Malgré un effort de relevé saisonnier considérable sur plusieurs années, la variabilité naturelle des profils de répartition des cétacés crée une certaine incertitude quant aux estimations de la densité, en particulier dans les zones ou lors des saisons où l'effort est plus faible ou où les conditions météorologiques sont difficiles. Par conséquent, cette variabilité a été quantifiée, et des cartes de l'incertitude ont été créées (publication à venir dans le document de recherche connexe) pour informer les utilisateurs sur la précision des estimations de la densité et pour déterminer les lacunes dans l'espace et le temps où un effort supplémentaire pourrait permettre d'accroître la confiance.

Travaux à venir

D'autres collectes de données et analyses sont en cours pour produire des prévisions spatiotemporelles du risque de collision avec un navire pour les cétacés dans la zone du TMX. Les couches de densité tirées de la présente analyse seront combinées à l'information provenant des étiquettes d'enregistrement des données et des efforts supplémentaires de relevé par bateau afin d'aborder certaines des sources d'incertitude indiquées ici. Plus précisément, ces données : 1) permettront de fournir des renseignements supplémentaires sur l'utilisation de l'habitat par les cétacés, en particulier dans les zones où des conditions météorologiques plus difficiles ont contribué à une incertitude plus élevée dans les estimations de la densité; 2) permettront l'intégration de facteurs comportementaux, en particulier le comportement de plongée du rorqual à bosse, dans l'analyse des risques de collision avec un navire; 3) pourraient permettre l'inclusion de zones (p. ex. les parties américaines du sud de la mer des Salish et du banc Swiftsure) et d'espèces (p. ex. l'épaulard) supplémentaires dans l'évaluation des risques de collision avec un navire.

CONCLUSIONS

Les résultats de cette étude fournissent des estimations de densité variables dans le temps et l'espace pour le rorqual à bosse, le marsouin commun et le marsouin de Dall dans le but d'orienter la gestion efficace des activités anthropiques dans les voies de transport maritime entre le banc Swiftsure et Vancouver et autour de celles-ci. Les changements saisonniers dans la répartition de ces trois espèces soulignent l'importance d'une surveillance répétée tout au long de l'année pour quantifier leurs profils de densité et éclairer l'atténuation des menaces.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

D'autres espèces de cétacés (rorqual commun, baleine grise, populations multiples d'épaulards) ont également été observées dans la zone du relevé, mais il n'y a pas eu

suffisamment d'observations pour estimer leurs densités. Le faible nombre de détections au cours des activités de relevé ne signifie pas nécessairement que cette zone n'est pas importante pour ces espèces et pourrait plutôt résulter des limites de l'échantillonnage par distance comme approche pour étudier les petites populations ou les espèces cryptiques. Les relevés systématiques ne sont pas la seule méthode disponible pour évaluer l'utilisation d'une zone par une espèce ou l'influence de l'augmentation du trafic maritime sur celle-ci. Par exemple, d'autres sources d'information et des avis scientifiques portant sur l'épaulard résident du sud et la baleine grise sont disponibles (p. ex. Darling *et al.* 1998, Thornton *et al.* 2022).

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Organisme d'appartenance
Selina Agbayani	Centre des avis scientifiques du Pacifique
Katherine Bannar-Martin	MPO, Sciences
Katherine Charles	MPO, Sciences
Jonquil Crosby	Premières Nations Maa-nulth
Thomas Doniol-Valcroze	MPO, Sciences
Ruth Joy	Université Simon Fraser
Vasiliki (Vaso) Karpouzi	MPO, Gestion des écosystèmes
Elise Keppel	MPO, Sciences
Sean MacConnachie	MPO, Sciences
Marianne Marcoux	MPO, Sciences
Christie McMillan	MPO, Sciences
Janet Mossman	MPO, Sciences
Linda Nichol	MPO, Sciences
Miriam O	Centre des avis scientifiques du Pacifique
Catherine (Maeve) O'Connell	MPO, Gestion des écosystèmes
Mika Ogilvie	Sea View Marine Sciences
Lisa Spaven	MPO, Sciences
Eva Stredulinsky	MPO, Sciences
Wendy Szaniszlo	MPO, Programme sur les espèces en péril

Nom	Organisme d'appartenance
Brianna Wright	MPO, Sciences

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

- Best, B.D., Fox, C.H., Williams, R.W., Halpin, P.N. and Paquet, P.C. 2015. [Updated marine mammal distribution and abundance estimates in British Columbia](#). J. Cetacean Res. Manage. 15: 9-26.
- Darling, J.D., Keogh, K.E., and Steeves, T.E. 1998. [Gray whale \(*Eschrichtius robustus*\) habitat utilization and prey species off Vancouver Island, B.C.](#) Mar. Mam. Sci. 14: 692-720.
- Hauser, D.D.w., Logsdon, M.G., Holmes, E.E., VanBlaricom, G.R., and Osborne, R.W. 2007. [Summer distribution patterns of southern resident killer whales *Orcinus orca*: core areas and spatial segregation of social groups](#). Mar. Ecol.-Prog. Ser. 351: 301-310.
- Office national de l'énergie. 2019. [Rapport de réexamen - Trans Mountain Pipeline ULC - MH-052-2018](#).
- Nichol, L.M., Wright, B.M., O'Hara, P., and Ford, J.K.B. 2017. [Assessing the risk of lethal ship strikes to humpback \(*Megaptera novaeangliae*\) and fin \(*Balaenoptera physalus*\) whales off the west coast of Vancouver Island, Canada](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/007. vii + 33 p
- Olson, J.K., Wood, J., Osborne, R.W., Barrett-Lennard, L., and Larson, S. 2018. [Sightings of southern resident killer whales in the Salish Sea 1976–2014: the importance of a long-term opportunistic dataset](#). Endang Species Res 37:105-118
- Thornton, S.J., Toews, S., Stredulinsky, E., Gavrilchuk, K., Konrad, C., Burnham, R., Noren, D. P., Holt, M.M., et Vagle, S. 2022. [Répartition estivale de l'épaulard résident du sud \(*Orcinus orca*\) et utilisation de l'habitat dans le sud de la mer des Salish et dans la zone du banc Swiftsure \(2009 à 2020\)](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/037. vi + 62 p.
- Wright, B.M., Nichol, L.M., Doniol-Valcroze, T. 2021. [Modèles spatiaux de la densité des cétacés dans les eaux canadiennes du Pacifique fondés sur un relevé effectué par navire en 2018](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/049. viii + 49 p.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)

Région du Pacifique

Pêches et Océans Canada

3190, chemin Hammond Bay

Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Courriel : DFO.Pacific.CSA-CASPacifique.MPO@dfo-mpo.gc.ca

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

ISSN 1919-5117

ISBN 978-0-660-79754-0 N° cat. Fs70-6/2025-059F-PDF

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2025

Ce rapport est publié sous la [Licence du gouvernement ouvert – Canada](#)



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2025. Densités spatiales saisonnières des cétacés dans le sud de la mer des Salish et sur le banc Swiftsure. Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2025/059.

Also available in English:

DFO. 2025. *Seasonal Spatial Densities of Cetaceans in the Southern Salish Sea and on Swiftsure Bank.* DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2025/059.