

s'agrandir (Lacy *et al.* 2017). Ces résultats indiquent qu'il serait théoriquement possible de compenser des parties des effets de la circulation maritime en

1. améliorant l'abondance du saumon quinnat sur toute la côte;
2. améliorant la disponibilité du saumon quinnat dans les principales zones d'alimentation de l'épaulard résident du sud;
3. et en facilitant l'accès de l'épaulard résident du sud au saumon quinnat en limitant les interférences dues aux perturbations créées par les navires.

L'accroissement de l'abondance absolue des stocks de saumon quinnat est un objectif à long terme des efforts de rétablissement de l'épaulard résident du sud et de la gestion des pêches. Cependant, un certain nombre d'incertitudes majeures entourent la compréhension actuelle de la productivité des différents stocks de saumon quinnat. Par exemple, la productivité des populations des écloséries peut être différente de celle des populations naturelles associées, mais les données disponibles ne permettent pas de différencier ces populations, ce qui limite notre capacité à en inférer la productivité naturelle (MPO 2018). Les phénomènes de changement climatique à grande échelle et la variabilité accrue des conditions environnementales sont associés à d'importantes baisses de la productivité du saumon quinnat dans son aire de répartition au cours des dernières décennies. On estime que la productivité du saumon quinnat a chuté de 25 à 40 % depuis le début des années 1980 dans de nombreux stocks indicateurs de la Colombie-Britannique; cependant, contrairement aux tendances à la baisse de la productivité observées à l'échelle du bassin, on a observé des augmentations des échappées dans certains stocks de l'île de Vancouver. On n'a pas encore isolé le ou les mécanismes naturels ou anthropiques précis responsables de ces augmentations (MPO 2018).

De ce fait, un accroissement de l'abondance globale n'entraînera pas nécessairement une plus grande disponibilité des proies dans les zones les plus importantes pour l'épaulard résident du sud. En revanche, des mesures de gestion limitant les prélèvements de saumon quinnat à proximité des zones d'alimentation de l'épaulard résident du sud peuvent améliorer la probabilité que ces poissons soient disponibles pour les épaulards puisque le risque posé par d'autres prédateurs sera réduit (Hilborn *et al.* 2012). L'information tirée des observations, des détections acoustiques et des avis spécialisés a été compilée à l'appui de la détermination de l'habitat d'alimentation de l'épaulard résident du sud. Quatre lieux clés ont été localisés : le détroit de Juan de Fuca, l'ouest de l'île Pender, le sud de l'île Saturna et l'embouchure du Fraser (Sheila Thornton [MPO, West Vancouver, Colombie-Britannique], John Ford [retraité du MPO, Nanaimo, Colombie-Britannique], Lance Barrett-Lennard, [Université de la Colombie-Britannique, Vancouver, Colombie-Britannique], comm. pers.).

Selon la meilleure information disponible et en appliquant une approche de précaution, les mesures suivantes ont été proposées pour améliorer la disponibilité des proies pour l'épaulard résident du sud dans les zones d'alimentation déterminées :

1. fermeture complète des pêches de saumon quinnat dans les quatre zones d'alimentation principales;
2. combinaison de fermetures de zones et de diminution de la rétention de saumons quinnats qui produit la plus grande réduction des prélèvements dans les zones d'alimentation;
3. réduction des prélèvements de saumons quinnats de 4 et 5 ans pendant toute la saison, sachant qu'il n'existe pas actuellement de moyen efficace de différencier les poissons en montaison de 3, 4, 5 ou six ans.

En 2018, le MPO a mis en œuvre des fermetures des pêches pertinentes sur les plans spatial et temporel en vue d'accroître la disponibilité du saumon quinnat pour l'épaulard résident du sud dans la mer des Salish et aux périodes où la quête de nourriture est observée le plus fréquemment.

Même s'il est possible de trouver des méthodes permettant de réduire les prélèvements de saumon quinnat dans les principales aires d'alimentation de l'épaulard résident du sud, elles ne se traduiront pas nécessairement par une augmentation proportionnelle directe des proies accessibles et du succès de l'alimentation, ce qui n'atténuera donc pas pleinement les effets du projet sur l'espèce. Par exemple, les scientifiques et les gestionnaires possédant une expertise technique sur les épaulards et le saumon quinnat qui ont participé à un atelier ont suggéré qu'il serait utile de limiter les perturbations dues aux navires pour que les épaulards puissent plus facilement attraper les saumons quinnats déjà présents (Trites et Rosen 2018).

Pour résumer, la modélisation récente de l'analyse de la viabilité de la population montre qu'il est théoriquement possible de compenser les effets de la circulation maritime en augmentant l'abondance du saumon quinnat, sa disponibilité et sa facilité d'accès dans les principales zones d'alimentation de l'épaulard résident du sud. Cependant, du fait de la complexité des interactions entre les agents de stress, il n'est pas possible à l'heure actuelle de fournir des renseignements fiables sur l'augmentation exacte de l'abondance des proies requise pour compenser les autres effets nocifs.

Autres mesures susceptibles d'éviter, de réduire ou de compenser les effets nocifs du trafic maritime lié au projet sur l'épaulard résident du sud

Plusieurs autres mesures d'atténuation ont été proposées pour limiter l'impact du bruit généré par les navires dans les habitats essentiels de l'épaulard résident du sud, mais leur potentiel n'est pas certain pour le moment et d'autres études sont en cours ou doivent être menées afin d'en évaluer l'efficacité éventuelle (MPO 2017b). Elles ont été envisagées à l'origine pour un grand éventail de navires commerciaux et n'étaient pas propres aux navires du projet. Une incertitude générale entoure l'efficacité de l'atténuation si elle est appliquée uniquement aux navires du projet.

L'une des mesures proposées consiste à **détourner une partie du trafic du détroit de Haro dans celui de Rosario**. L'effet des mesures sur les habitats essentiels de l'épaulard résident du sud dépendra de la proportion et des types des navires ainsi détournés. Cette mesure aurait aussi pour effet d'accroître les niveaux de bruit dans le détroit de Rosario. Il faudrait réévaluer l'importance du détroit de Rosario pour l'épaulard résident du sud afin de s'assurer que l'avantage est également réparti entre tous les animaux. Il existe aussi certaines contraintes physiques et géographiques dans le détroit de Rosario qui empêcheraient les navires les plus grands et parfois les plus bruyants de l'emprunter. Enfin, les eaux du détroit de Rosario se trouvent aux États-Unis et il faudrait donc négocier avec ce pays pour détourner le trafic. Il faudra du temps pour mener les négociations à bien et les impacts ne seront donc pas atténués avant que les changements soient mis en œuvre.

Une autre mesure consisterait **signaler en temps réel la présence d'épaulards**, ce qui déclencherait une mesure de gestion, comme des ralentissements ou des changements mineurs de route. Une incertitude entoure la capacité de détecter de manière fiable les épaulards résidents du sud en temps réel dans diverses conditions environnementales. Le déclenchement d'un ralentissement nécessite un délai de notification qui varie selon la vitesse du navire afin de réduire réellement le bruit à proximité des baleines. Les détournements sont

limités à certaines zones de l'habitat essentiel de l'épaulard résident du sud, où ils peuvent être mis en place en toute sécurité.

Une troisième méthode consisterait à **créer des zones silencieuses ou « interdites », en permanence ou en fonction des saisons**, dans certains habitats essentiels, comme les zones d'alimentation connues de l'épaulard résident du sud qui peuvent changer selon le type et l'abondance des proies. Elle permettrait de réduire sensiblement le niveau de bruit dans les zones concernées, mais entraînerait une augmentation de ces niveaux dans d'autres. De plus, ces zones devraient être beaucoup plus étendues que les parties sensibles de l'habitat essentiel car le bruit sous-marin se propage sur de grandes distances. Pour que cette atténuation soit efficace, il faudrait sans doute mettre en place une gestion dynamique disposant d'une certaine souplesse spatiale et temporelle afin de réagir au comportement, aux besoins alimentaires et à la disponibilité des proies de l'épaulard résident du sud; cette stratégie de gestion serait complexe du fait que différents groupes familiaux d'épaulards résidents du sud pourraient préférer des zones différentes à diverses périodes de l'année (Cominelli *et al.* 2018). Cette mesure pourrait s'appliquer à d'autres navires, mais pas directement à ceux du projet TMX, qui circulent dans les voies de navigation internationales. Sinon, les zones en dehors des voies de navigation et leur zone de séparation pourraient être considérées comme « interdites ».

Une quatrième approche serait **de restreindre la circulation des navires commerciaux la nuit** dans les parties sensibles de l'habitat essentiel comme le détroit de Haro. L'endroit serait ainsi silencieux la nuit, en vue de créer des périodes de silence où les épaulards résidents du sud pourraient s'alimenter plus facilement (grâce à la réduction des perturbations sonores et liées à la présence des navires), mais les niveaux de bruit augmenteraient pendant la journée, lorsque davantage de navires transiteraient par la zone. L'efficacité de cette mesure d'atténuation dépend de la capacité de l'épaulard résident du sud à profiter des périodes silencieuses nocturnes pour s'alimenter. Le comportement de quête de nourriture la nuit est encore incertain et fait l'objet d'études scientifiques aux États-Unis et au Canada.

La cinquième mesure viserait à **remplacer les premiers 10 % (ou un autre pourcentage) des navires les plus bruyants d'une classe de navires donnée par des navires dont les niveaux sonores correspondent aux 10 % les plus silencieux de la même classe.**

Appliquée aux navires du projet, cette méthode n'aura peut-être pas une grande incidence sur le profil sonore global des zones d'habitat de l'épaulard résident du sud. La mesure d'atténuation doit porter sur le champ sonore global dans une zone donnée lorsqu'elle est appliquée aux navires les plus bruyants, qui peuvent être des porte-conteneurs et de grands cargos selon Veirs *et al.* (2016). Selon le Secteur des sciences du MPO, elle pourrait nécessiter la participation de plusieurs organismes de réglementation du Canada et des États-Unis.

D'autres techniques d'atténuation sont possibles, comme former les exploitants de navires à modifier le comportement du navire afin d'éviter les accélérations et décélérations rapides, ou utiliser des navires moins nombreux, mais plus grands, pour transporter la même quantité de produit. Cette dernière solution dépend du nombre de navires plus grands du projet qui seront exploités, mais la limite supérieure est imposée par la restriction de taille autorisée à pénétrer dans le bras de mer Burrard et à accoster au terminal Westridge.

Mesures susceptibles d'éviter ou de réduire les effets nocifs cumulatifs sur l'épaulard résident du sud

Dans son évaluation des effets cumulatifs de 2015, le promoteur concluait que les activités passées et actuelles (y compris toutes les formes de mortalité, les charges élevées en contaminants, la quantité réduite de proies et les perturbations sensorielles et physiques) ont exercé d'importants effets nocifs cumulatifs sur la population d'épaulard résident du sud (Trans Mountain Pipeline ULC. 2013 : section 4.4.5.3.1).

En ce qui concerne la contribution du projet à ces effets cumulatifs, il affirmait que le projet générera plus de bruit sous-marin qui pourrait avoir une incidence sur la population d'épaulard résident du sud, et ce bruit agira de manière cumulative avec celui produit par la circulation maritime existante et raisonnablement prévisible. Ainsi, même si la contribution du projet au bruit sous-marin total ne représente qu'un élément des sources de bruit sous-marin provenant du trafic maritime actuel et futur, la contribution du projet aux effets cumulatifs potentiels des perturbations sensorielles est déterminée comme étant importante pour les épaulards résidents du sud (section 4.4.5.3.1). Les perturbations sensorielles résultant du bruit du trafic maritime sont par conséquent jugées comme constituant un effet nocif cumulatif non atténué.

La présente demande d'information cherche à obtenir des données ou connaissances nouvelles sur l'efficacité de mesures d'atténuation susceptibles d'éviter ou de réduire les effets nocifs cumulatifs sur l'épaulard résident du sud.

Selon un modèle des effets cumulatifs mis au point par Lacy *et al.* (2017), une réduction de 50 % des perturbations acoustiques combinée à une augmentation de 15 % de l'abondance du saumon quinnat permettrait une croissance de 2,3 % de la population d'épaulard résident du sud, qui est l'objectif de rétablissement américain pour cette population (National Marine Fisheries Service 2008).

Ce modèle prévoyait que l'état de référence (observations empiriques de 1976 à 2015) se traduirait par un déclin continu de l'épaulard résident du sud, avec une probabilité de 5 % que la population compte moins de 30 individus dans 100 ans et une probabilité de 0 % d'extinction (tableau 1). Cette tendance négative de la population reflète les pertes d'individus ces dernières années. Un scénario « sans menace anthropique » (niveaux de référence du saumon quinnat, mais pas de bruit, de contaminants, de déversements d'hydrocarbures ou de collisions avec des navires) donnerait un léger taux de croissance de la population et éliminerait la probabilité d'extinction dans 100 ans ou $N < 30$. Les scénarios de « faible développement » et de « développement intensif » ont tous deux permis de prédire une augmentation du taux de déclin de la population, qui était pire pour le scénario de « développement intensif ». Le développement « faible » et « intensif » rehaussait la probabilité de $N < 30$ individus dans 100 ans à 31 % et 70 %, respectivement. La probabilité d'extinction augmentait à 5 % et 25 %, respectivement, pour les deux scénarios (Lacy *et al.* 2017).

Dans les scénarios d'atténuation d'une seule menace, une croissance de la population était prédite pour les scénarios relatifs à l'augmentation des proies, à l'élimination du bruit ou à l'élimination des contaminants. C'est un scénario d'atténuation de plusieurs menaces, avec une augmentation de 30 % de l'abondance des proies et une réduction de 50 % du bruit par rapport aux niveaux de référence, qui a donné la croissance de la population la plus forte ($r=0,036$, soit un taux de croissance annuelle de 3,6 %) (Lacy *et al.* 2017).

**Réponse des Sciences : Efficacité des mesures
d'atténuation pour réduire les impacts des navires du
projet sur l'épaulard résident du sud**

Région du Pacifique

Tableau 1. Comparaison de la croissance modélisée de la population d'épaulard résident du sud selon différents scénarios concernant la situation de départ et des modifications de l'abondance du saumon quinnat, du bruit, des contaminants, des déversements d'hydrocarbures et des collisions avec des navires (tirée de Lacy et al. 2017). L'état de référence est les taux observés entre 1976 et 2015. Les paramètres modifiés sont exprimés en pourcentage de l'état de référence, sauf indication contraire. Les taux de croissance de la population indiqués d'un * sont les plus élevés pour un éventail de scénarios mis à l'essai (augmentation des proies : de la situation de départ à 130 %; bruit : 0 % à la situation de départ; BPC : 0 % à la situation de départ; saumon quinnat : situation de départ à 130 %, en combinaison avec 50 % du bruit).

Scénario	Conditions environnementales (en % de l'état de référence)					Taux de croissance de l'épaulard résident du sud (r)
	Saumon quinnat	Bruit	Contaminants (BPC)	Déversements d'hydrocarbures	Collisions avec des navires	
État de référence	État de référence	État de référence	État de référence (2 ppm)	État de référence (0)	État de référence	-0,002
Aucune menace anthropique	État de référence	0 %	0 %	0 %	0 %	+0,019
Faible développement	Parvenir à 75 % en 100 ans	109 %	État de référence	0,21 % (grand déversement) 1,08 % (petit déversement)	1 en 10 ans	-0,008
Développement intensif	Parvenir à 50 % en 100 ans	118 %	État de référence	0,42 % (grand déversement) 2,16 % (petit déversement)	2 en 10 ans	-0,017
Augmentation des proies	130 %	État de référence	État de référence	État de référence	État de référence	+0,025 *
Aucun bruit	État de référence	0 %	État de référence	État de référence	État de référence	+0,017 *
Aucun BPC	État de référence	État de référence	0 %	État de référence	État de référence	+0,004 *
Augmentation des proies et réduction du bruit	130 %	50 %	État de référence	État de référence	État de référence	+0,036 *

Comme l'effet nocif cumulatif non atténué indiqué par le promoteur résulte de l'exposition répétée au bruit sous-marin généré par les navires, les mesures décrites dans les sections précédentes de ce document réduiront également le bruit cumulatif.

Relation entre la vitesse et le tonnage du navire et l'ampleur / l'étendue du bruit sous-marin

La réduction du bruit à large bande qui est fonction de la vitesse du navire est généralement comprise entre 0,5 et 1,5 dB par nœud pour toutes les classes de navires (MPO 2017b). Les études montrent aussi que la classe du navire est plus importante que sa taille pour définir le niveau de bruit, bien que la plupart des différences observées entre le bruit produit par les diverses classes navires soient biaisées par la vitesse (McKenna et al. 2012, McKenna et al. 2013, Simard et al. 2016, Veirs et al. 2016).

La taille du navire ne semble pas associée linéairement au bruit produit. McKenna et al. (2012) ont estimé les niveaux à la source de différents types de navires, d'après les niveaux reçus

mesurés à partir des navires en transit, et ont constaté qu'ils varient entre 181,3 dB et 182,7 dB pour les pétroliers dont la longueur est comprise entre 228 et 229 m à une vitesse de 15 nœuds. Ces niveaux étaient semblables à ceux relevés pour les porte-véhicules, mais inférieurs à ceux des vraquiers (187,4 dB).

Simard *et al.* (2016) ont signalé d'importantes variations des niveaux de source sonore de plus de 25 dB pour les navires commerciaux d'une longueur allant de 200 à 250 m. En 2013, McKenna *et al.* ont étudié la variation de la production de bruit sous-marin par les porte-conteneurs en fonction de la vitesse, de la longueur, de la jauge brute et du tirant d'eau (le tirant d'eau, la longueur et le tonnage étaient liés de façon linéaire et amalgamés en longueur) et ont constaté que pour des navires de la même longueur, les grandes différences étaient peut-être dues à la vitesse. La longueur était encore considérée comme un facteur de prédiction de la production de bruit, mais à une résolution beaucoup plus faible (seules les différences de taille très importantes étaient de bons facteurs de prédiction des différences de bruit).

Les différences de charge influent également sur le bruit généré par un navire donné. Il n'est toutefois pas immédiatement évident si des charges plus légères provoqueront moins ou davantage de bruit. Des charges plus légères entraînent un tirant d'eau moins profond et un apport énergétique réduit dans la turbine pour faire avancer le navire, ce qui devrait réduire le bruit. Cependant, avec un tirant d'eau moins profond, la turbine à hélice est plus proche de la surface ou pourrait même affleurer, ce qui donne un transfert d'énergie et une cavitation moins efficaces et peut augmenter la production de bruit et produire du bruit dans d'autres fréquences acoustiques.

Les niveaux de source sonore d'un navire résultent de complexes processus multifactoriels qui dépendent de la turbine à hélice, des machines, du montage des machines et de la conception de la coque (Baudin et Mumm 2015; Ross 1976; Wagstaff 1973); la vitesse et le tonnage du navire sont les deux seuls paramètres qui jouent un rôle dans la définition du champ sonore global du navire.

Pour résumer, compte tenu des variations importantes du bruit produit par des navires de longueur et jauge brute identiques, il ne serait pas très utile de prendre des mesures d'atténuation portant sur la restriction de la taille des pétroliers, à moins d'envisager de grandes différences de taille des navires du projet. En outre, l'effet des mesures d'atténuation fondées sur la limitation de la taille des seuls navires du projet risque d'être masqué par le bruit relatif produit par les autres navires commerciaux circulant dans les mêmes eaux que les pétroliers.

Sources d'incertitude

L'évaluation de l'efficacité des mesures d'atténuation visant à réduire les impacts des navires du projet sur l'épaulard résident du sud a été menée en tenant compte des incertitudes majeures qui entourent l'information disponible. Voici quelques exemples :

- Incertitudes liées aux données disponibles sur l'épaulard résident du sud;
- Incertitude relative aux pertes de propagation du bruit à des fréquences plus élevées;
- Incertitude concernant l'efficacité du ralentissement des pétroliers Aframax pour atténuer les décès dus à des collisions avec un navire; et,
- Incertitude quant au degré de fiabilité de la détection en temps réel qui serait nécessaire et au délai de notification requis pour permettre aux navires d'initier efficacement les mesures d'atténuation en temps réel.

Conclusions

- Le détournement d'une partie du trafic du détroit de Haro dans celui de Rosario réduira les impacts sur l'épaulard résident du sud dans les habitats essentiels du détroit de Haro, mais les augmentera ailleurs. De plus, les contraintes physiques liées au détroit de Rosario limitent le type et la taille des navires qui peuvent l'emprunter.
- Une réduction de la vitesse d'un navire entraîne généralement une augmentation de la **durée** de l'exposition au bruit, mais une réduction du **niveau** total de bruit et peut également abaisser le risque de collisions mortelles avec un navire pour les grandes baleines. L'efficacité d'une réduction de la vitesse des navires en tant que mesure d'atténuation visant à réduire les niveaux sonores dépendra des caractéristiques de la flotte, des caractéristiques de la propagation des sons du navire et de la modification ou non des profils de transit (comme le déplacement des couloirs de navigation ou la formation de convois).
- Les modifications de la conception des navires sont peut-être les mesures les plus efficaces pour réduire le champ de leur bruit sous-marin. La propreté et un bon entretien de la turbine à hélice, ainsi que la propreté de la coque, font également une grande différence.
- Le plus souvent, l'observation à bord des mammifères marins à l'aide de technologies visuelles ou acoustiques ne permettrait pas de déterminer avec un niveau de confiance raisonnable la présence ou l'absence d'épaulards résidents du sud dans la zone située devant un pétrolier en transit de manière à offrir un niveau acceptable d'atténuation du risque de collision avec un navire. On recommande que les observateurs de mammifères marins se coordonnent avec les réseaux d'observation des baleines afin d'être avertis à l'avance de la présence d'épaulards résidents du sud à proximité de la zone de construction, afin de faciliter la mise en œuvre de mesures d'atténuation comme un ralentissement.
- Des analyses de la viabilité de la population montrent qu'il est théoriquement possible de compenser les effets de la circulation maritime en augmentant l'abondance du saumon quinnat, sa disponibilité et sa facilité d'accès dans les principales zones d'alimentation de l'épaulard résident du sud. Cependant, du fait de la complexité des interactions entre les agents de stress, il n'est pas possible à l'heure actuelle de fournir des renseignements fiables sur l'augmentation exacte de l'abondance des proies requise pour compenser les autres effets nocifs.
- La mise en œuvre d'un système de notification en temps réel de la présence de baleines pourrait permettre de prendre plus tôt d'autres mesures d'atténuation, comme un ralentissement du navire, mais uniquement si la détection en temps réel est fiable toute l'année et si les notifications peuvent parvenir à temps aux navires.
- La création de zones silencieuses ou « interdites », en permanence ou en fonction des saisons, dans certains habitats essentiels, est plus ou moins réalisable dans les zones confinées des îles Gulf. De plus, le son se propage loin et il faut effectuer des études approfondies pour déterminer la taille d'une telle zone de manière à avoir une incidence sensible.
- La restriction de la circulation des navires commerciaux la nuit peut être une mesure d'atténuation utile s'il est prouvé que les épaulards résidents du sud se nourrissent autant la

**Réponse des Sciences : Efficacité des mesures
d'atténuation pour réduire les impacts des navires du
projet sur l'épaulard résident du sud**

Région du Pacifique

nuit que le jour. Cependant, la restriction du trafic nocturne entraînera une augmentation des niveaux sonores pendant la journée.

- Le remplacement des premiers 10 % (ou un autre pourcentage) des navires les plus bruyants d'une classe de navires donnée par des navires dont les niveaux sonores correspondent aux 10 % les plus silencieux de la même classe permettrait de limiter l'impact sonore dans les habitats essentiels. Cependant, à moins de réglementer les pétroliers Aframax directement associés au projet d'agrandissement de Trans Mountain, il sera difficile à mettre en application.
- Compte tenu des variations importantes du bruit produit par des navires de longueur et jauge brute identiques, il ne serait pas très utile de prendre des mesures d'atténuation portant sur la restriction de la taille des pétroliers, à moins d'envisager de grandes différences de taille des navires du projet. En outre, l'effet d'une mesure d'atténuation fondée sur la limitation de la taille des navires du projet serait masqué par le bruit beaucoup plus grand produit par les autres navires commerciaux circulant dans les mêmes eaux que les pétroliers. En particulier, les grands porte-conteneurs voyageant à plus grande vitesse à proximité des pétroliers masqueraient le bruit de ceux-ci.
- Comme l'effet nocif cumulatif non atténué indiqué par le promoteur résulte de l'exposition répétée au bruit sous-marin généré par les navires, les mesures décrites dans les sections précédentes de ce document réduiront également le bruit total de toute la navigation commerciale. Selon un modèle des effets cumulatifs élaboré par Lacy *et al.* (2017), il faudrait réduire le bruit par rapport aux niveaux de référence pour maintenir les niveaux de population actuels de l'épaulard résident du sud, à moins d'améliorer également l'abondance des proies et de réduire les niveaux de contaminants.
- Il convient aussi de tenir compte des effets possibles sur d'autres espèces au moment d'envisager des approches d'atténuation, notamment sur d'autres espèces menacées connues pour être sensibles au bruit à basse fréquence des navires, comme le rorqual bleu et le rorqual commun.

Collaborateurs

Collaborateur	Organisme d'appartenance
Andrea Locke	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Harald Yurk	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Svein Vagle	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Thomas Doniol-Valcroze	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Linda Nichol	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Eddy Kennedy	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
John Holmes	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Jack Lawson	Secteur des sciences du MPO, région de Terre-Neuve
Florian Aulanier	Secteur des sciences du MPO, région du Québec
Angelia Vanderlaan	Secteur des sciences du MPO, région des Maritimes
John Ford	Externes
March Klaver	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Tracey Sandgathe	Programme de protection des pêches du MPO, région du Pacifique
Alston Bonamis	Programme de protection des pêches du MPO, région du Pacifique

**Réponse des Sciences : Efficacité des mesures
d'atténuation pour réduire les impacts des navires du
projet sur l'épaulard résident du sud**

Région du Pacifique

Collaborateur	Organisme d'appartenance
Kim Houston	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Lesley MacDougall	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique

Approuvé par

Carmel Lowe
Directeur régional
Direction des sciences, Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada

21 Octobre, 2018

Sources de renseignements

- Baldacci, A., Carron, M., Portunato, N. 2005. Infrared detection of marine mammals. NATO Undersea Research Centre Technical Report SR-443. NATO Undersea Research Centre, New York, New York, USA.
- Baudin, E., Mumm, H. 2015. [AQUO/SONICS EU project report: Guidelines for regulation on UW noise from commercial shipping.](#)
- Branstetter, B.K., St Leger, J., Acton, D., Stewart, J., Hauser, D., Finneran, J.J., Jenkins, K. 2017. Killer whale (*Orcinus orca*) behavioural audiograms. J. Acous. Soc. of Amer.
- Chion, C., Lagrois, D., Dupras, J., Turgeon, S., McQuinn, I.H., Michaud, R., Parrott, L. 2017. Underwater acoustic impacts of shipping management measures: Results from a social-ecological model of boat and whale movements in the St. Lawrence River Estuary (Canada). Ecol. Model., 354, 72-87.
- Clark, C.W., Charif, R.A. 1998. Acoustic monitoring of large whales to the west of Britain and Ireland using bottom-mounted hydrophone arrays, October 1996 - September 1997. Rep. from Bioacoust. Res. Prog., Cornell Lab. Ornithol., Ithaca, NY, for Joint Nature Conserv. Commit., Aberdeen, Scotland. JNCC Rep. 281.
- Cominelli, S., Devillers, R., Yurk, H., MacGillivray, A., McWhinnie, L., Canessa, R. 2018. Noise exposure from commercial shipping for the southern resident killer whale population. Mar. Pollut. Bull., 136, pp.177-200.
- Conn, P.B., Silber, G.K. 2013. Vessel speed restrictions reduce risk of collision-related mortality for North Atlantic right whales. Ecosphere 4(4): 1-15.
- ECHO. 2017. ECHO Program. An Evaluation of Vessel Quieting Design, Technology and Maintenance Options. January 2017.
- ECHO. 2018. ECHO Program. Voluntary Vessel Slowdown Trial Summary Findings. June 2018.
- Félix, F., Van Waerebeek, K. 2005. Whale mortality from ship strikes in Ecuador and west Africa. Lat. Am. J. Aquat. Mamm. 4(1): 55-60.
- Heise, K.A., Barrett-Lennard, L.G., Chapman, N.R., Dakin, D.T., Erbe, C., Hannay, D.E., Merchant, N.D., Pilkington, J.S., Thornton, S.J., Tollit, D.J., Vagle, S., Veirs, V.R., Vergara, V., Wood, J.D., Wright, B.M., Yurk, H. 2017. Proposed Metrics for the Management of Underwater Noise for Southern Resident Killer Whales Coastal Ocean Report Series (2), Ocean Wise, Vancouver, 31 pp.

**Réponse des Sciences : Efficacité des mesures
d'atténuation pour réduire les impacts des navires du
projet sur l'épaulard résident du sud**

Région du Pacifique

- Hilborn, R., Cox, S.P., Gulland, F.M.D., Hankin, D.G., Hobbs, N.T., Schindler, D.E., Trites, A.W. 2012. The Effects of Salmon Fisheries on Southern Resident Killer Whales: Final Report of the Independent Science Panel. Prepared with the assistance of D.R. Marmorek and A.W. Hall, ESSA Technologies Ltd., Vancouver, B.C. for National Marine Fisheries Service (Seattle, WA) and Fisheries and Oceans Canada (Vancouver, BC). xv + 61 pp. + Appendices.
- Jensen, A.S., Silber, G.K. 2003. Large whale ship strike database. U.S. Department of Commerce. NOAA Tech. Memo. NMFS-OPR-25. 37 p.
- Kite-Powell, H.K., Knowlton, A., Brown, M. 2007. Modeling the effect of vessel speed on right whale ship strike risk. NOAA. Project report for NOAA/NMFS Project NA04NMF47202394. 8 p.
- Lacy, R.C., Williams, R., Ashe, E., Balcomb, K.C., Brent, L.J.N., Clark, C.W., Croft, D.P., Giles, D.A., MacDuffee, M., Paquet, P.C. 2017. Evaluating anthropogenic threats to endangered killer whales to inform effective recovery plans. *Scientific Reports* 7: 14119. DOI: 10.1038/S41598-017-14471-0
- Lagueux, K.M., Zani, M.A., Knowlton, A.R., Kraus, S.D. 2011. Response by vessel operators to protection measures for right whales *Eubalaena glacialis* in the southeast US calving ground. *Endang. Species Res.*, 14(1), pp. 69-77.
- Laist, David, Knowlton, Amy, Pendleton, Daniel. 2014. Effectiveness of mandatory vessel speed limits for protecting North Atlantic right whales. *Endang. Species Res.* 23: 133-147. 10.3354/esr00586.
- Matkin, C.O, Moore, M.J., Gulland, F.M.D. 2017. Review of Recent Research on Southern Resident Killer Whales (SRKW) to Detect Evidence of Poor Body Condition in the Population. Independent Science Panel Report to the SeaDoc Society. 3 pp. + Appendices. DOI:10.1575/1912/8803
- McKenna, M.F., Ross, D., Wiggins, S.M., Hildebrand, J.A., 2012. Underwater radiated noise from modern commercial ships. *J. Acoust. Soc. Am.*, 131(1), pp. 92-103.
- McKenna, M.F., Wiggins, S.M., Hildebrand, J.A. 2013. Relationship between container ship underwater noise levels and ship design, operational and oceanographic conditions. *Scientific reports*, 3, p. 1760.
- Morano, J.L., Rice, A.N., Tielens, J.T., Estabrook, B.J., Murray, A., Roberts, B.L., Clark, C.W. 2012. Acoustically detected year-round presence of right whales in an urbanized migration corridor. *Conserv. Biol.* 26(4): 698-707.
- MPO. 2015a. [Examen du caractère suffisant de l'information sur les effets du bruit sous-marin sur les mammifères marins et le risque potentiel de collisions avec des navires en raison du transport maritime, présentée dans la demande d'installation relative au projet d'agrandissement de Trans Mountain.](#) Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2015/007.
- MPO. 2015b. [Examen technique des effets prévus et des mesures d'atténuation proposées du bruit sous-marin et des collisions avec des navires sur les mammifères marins présentés dans la demande d'installation de décembre 2013 relative au projet d'agrandissement de Trans Mountain et dans ses documents connexes.](#) Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2015/022.

**Réponse des Sciences : Efficacité des mesures
d'atténuation pour réduire les impacts des navires du
projet sur l'épaulard résident du sud**

Région du Pacifique

- MPO. 2017a. [Désignation des habitats d'importance particulière pour les épaulards \(*Orcinus orca*\) résidents au large de la côte Ouest du Canada](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2017/011.
- MPO. 2017b. [Évaluation des preuves scientifiques à l'appui de la probabilité d'efficacité des mesures d'atténuation des niveaux de bruit dus aux navires subis par les épaulards résidents du Sud](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2017/041.
- MPO. 2017c. [L'épaulard résident du sud : Un examen scientifique de l'efficacité des mesures de rétablissement pour trois populations de baleines en péril](#). 84 p.
- MPO. 2018. [Information scientifique à l'appui des consultations sur les mesures de gestion des pêches au saumon quinnat de la Colombie-Britannique \(2018\)](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2018/035.
- National Marine Fisheries Service. 2008. Recovery Plan for Southern Resident Killer Whales (*Orcinus orca*) National Marine Fisheries Service Northwest Region, Seattle, WA.
- Nichol, L.M., Wright, B.M., O'Hara, P., 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.
- Pace, R.M. 2011. Frequency of whale and vessel collisions on the US Eastern seaboard: Ten years prior and two years post ship strike rule. U.S. Department of Commerce, Northeast Fisheries Science Center Ref. Doc. 11-15. Disponible auprès de : National Marine Fisheries Service, 166 Water Street, Woods Hole, MA 02543-1026.
- Pine, M.K., Hannay, D.E., Insley, S.J., Halliday, W.D., Juanes, F. (2018). Assessing vessel slowdown for reducing auditory masking for marine mammals and fish of the western Canadian Arctic. Mar. Pollut. Bull., 135, 290-302.
- Ross, D. 1976. Mechanics of Underwater Noise. Pergamon, New York. pp. 272-287.
- Silber, G.K., Slutsky, J., Bettridge, S. 2010. Hydrodynamics of a ship/whale collision. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 391(1-2): 10-19.
- Simard, Y., Roy, N., Gervaise, C., Giard, S. 2016. Analysis and modelling of 255 source levels of merchant ships from an acoustic observatory along St. Lawrence Seaway. J. Acoust. Soc. Am. 140(3), 2002-2018.
- Trans Mountain Pipeline ULC. 2013. Trans Mountain Expansion Project – An Application Pursuant to Section 52 of the National Energy Board Act, Volume 8A - Marine Transportation. Submitted to the Secretary of The National Energy Board.
- Trites, A.W., Rosen, D.A.S. (éd.). 2018. Availability of Prey for Southern Resident Killer Whales. Technical Workshop Proceedings. November 15-17, 2017. Marine Mammal Research Unit, Institute for the Oceans and Fisheries, University of British Columbia, Vancouver, B.C., 64 pages.
- van der Hoop, J.M., Vanderlaan, A.S.M., Taggart, C.T. 2012. Absolute probability estimates of lethal vessel strikes to North Atlantic right whales in Roseway Basin, Scotian Shelf. Ecol. Appl. 22(7): 2021-2033.
- Vanderlaan, A.S.M., Taggart, C.T. 2007. Vessel collisions with whales: the probability of lethal injury based on vessel speed. Mar. Mammal Sci. 23(1): 144-156.

Vanderlaan, A.S.M., Taggart, C.T. 2009. Ships voluntarily alter course to protect endangered whales. *Conserv. Biol.* 23(6): 1467-1474.

Vanderlaan, A.S.M., Taggart, C.T., Serdynska, A.R., Kenney, R.D., Brown, M.W. 2008. Reducing the risk of lethal encounters: vessels and right whales in the Bay of Fundy and on the Scotian Shelf. *Endang. Spec. Res.* 4: 283-297.

Veirs, S.R., Veirs, V.R. 2011. Masking of southern resident killer whale signals by commercial ship noise. *J. Acoust. Soc. Am.* 129(4): 2606.

Veirs, S., Veirs, V., Wood, J.D. 2016. Ship noise extends to frequencies used for echolocation by endangered killer whales. *PeerJ*, 4, p. e1657.

Wagstaff. 1973. RANDI: Research Ambient Noise Directionality Model. Undersea Surveillance and Ocean Sciences Department.

Le présent 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

Téléphone : (250) 756-7208

Courriel: csap@dfo-mpo.gc.ca

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

ISSN 1919-3815

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2018



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2018. Examen technique : efficacité potentielle des mesures d'atténuation pour réduire les impacts des navires du projet sur l'Épaulard Résident du Sud. *Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci.* 2018/050.

Also available in English:

DFO. 2018. Technical review: potential effectiveness of mitigation measures to reduce impacts from project-related marine vessels on Southern Resident Killer Whales. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2018/050.