



ABONDANCE DE LA POPULATION D'OTARIES DE STELLER (*EUMETOPIAS JUBATUS*) DANS LES EAUX CANADIENNES DU PACIFIQUE EN 2021

CONTEXTE

L'otarie de Steller est inscrite comme espèce préoccupante en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) en raison de sa vulnérabilité associée aux très grandes concentrations lors de ses rassemblements de reproduction. Comme l'exige la LEP, Pêches et Océans Canada (MPO) a élaboré un plan de gestion pour l'espèce, qui comprend des recommandations pour la surveillance continue de la répartition et de l'abondance dans l'ensemble de son aire de répartition. Les renseignements obtenus grâce à de tels relevés sont nécessaires pour surveiller le risque pour la population, en recensant les roqueries nouvelles ou rétablies sur la côte de la Colombie-Britannique (C.-B.), et pour éclairer les mesures de gestion visant à protéger l'espèce contre les menaces identifiées.

On a demandé au Secteur des sciences de fournir une mise à jour sur l'abondance, l'aire de répartition et les tendances de la population d'otaries de Steller dans les eaux canadiennes du Pacifique afin d'appuyer ce qui suit :

- la surveillance du rétablissement de la population d'otaries de Steller;
- la surveillance des principales populations de proies des épaulards migrants en voie de rétablissement;
- l'évaluation de la compétition potentielle avec les épaulards résidents pour les espèces de poissons-proies;
- la planification des zones de protection marine (ZPM);
- l'intervention en cas de déversements d'hydrocarbures.

On a également demandé une estimation du prélèvement biologique potentiel (PBP) pour répondre aux nouvelles exigences de la *Loi sur la protection des mammifères marins* (LPMM) et appuyer l'évaluation de nouvelles propositions de récolte.

La présente réponse des Sciences découle de l'examen par les pairs national du 2 décembre 2024 sur la mise à jour de l'évaluation de l'état de la population d'otaries de Steller (*Eumetopias jubatus*) dans les eaux canadiennes du Pacifique.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

La population d'otaries de Steller (*Eumetopias jubatus*) qui vivent toute l'année et se reproduisent dans les eaux canadiennes de l'aire de répartition panpacifique de l'espèce, représente entre un tiers et la moitié du groupe de l'Est (de la Californie à l'Alaska). L'otarie de Steller est présente dans l'ensemble des eaux côtières de la Colombie-Britannique (C.-B.), avec quelques différences dans la répartition saisonnière. Bigg (1986) et Olesiuk (2018) ont recensé trois catégories d'échoueries d'otaries de Steller reconnues: les roqueries (R), les échoueries

permanentes (Y) et les échoueries d'hiver (W). Pendant la saison de reproduction estivale, les otaries sont fortement concentrées sur les roqueries (aire de rassemblement comptant plus de 50 petits) et sur les échoueries permanentes de la côte extérieure, et ils se dispersent dans d'autres zones pendant l'automne et l'hiver. Tandis que les échoueries permanentes (ainsi que toutes les roqueries de la C.-B.) sont occupées pendant toute l'année, les échoueries d'hiver désignent celles qui sont occupées seulement en hiver. À mesure que la population augmente et que la répartition évolue, certaines de ces échoueries d'hiver deviennent permanentes au fil du temps, et, par la suite, certaines d'entre elles deviennent des roqueries une fois que le seuil de 50 petits est dépassé (Majewski *et al.*, 2024).

Description de la portion de la C.-B. du groupe de l'Est de la population d'otaries de Steller

Depuis le début des années 1970, le MPO a effectué une série de 14 relevés aériens normalisés pour estimer l'abondance des otaries de Steller en C.-B pendant la saison de reproduction estivale. Avant les travaux présentés ici, le dernier relevé avait été mené en 2017. Les relevés coïncident avec la fin de la saison de reproduction (du 27 juin au 9 juillet), durant laquelle la plupart des petits naissent et restent confinés aux roqueries, et la plupart des otaries juvéniles et adultes sont censées être échouées (Olesiuk, 2018). Les dénombrements des petits, des juvéniles et des adultes, effectués à partir de photos des roqueries et des échoueries permanentes prises durant les relevés aériens, sont utilisés pour fournir des renseignements sur l'abondance et la répartition. Le calendrier des relevés récents effectués durant la saison de reproduction a été coordonné avec les organismes des États-Unis (É.-U.) afin d'appuyer l'évaluation du stock reproducteur dans toute l'aire de répartition.

Le nombre d'otaries de Steller en C.-B. pendant la saison de reproduction semble avoir été relativement stable dans les années 1970 et au début des années 1980. La majeure partie de l'augmentation a eu lieu depuis le milieu des années 1980, ce qui a entraîné une multiplication par quatre de l'abondance depuis que l'espèce a été protégée en 1970 (Olesiuk, 2018; Majewski *et al.*, 2024). Cette augmentation s'est traduite par la recolonisation d'anciennes roqueries, l'occupation de nouvelles roqueries et l'augmentation du nombre d'échoueries permanentes et d'échoueries d'hiver. Selon l'évaluation précédente de 2017, les otaries de Steller se reproduisaient sur onze roqueries, dont six établies depuis 2006 (Majewski *et al.*, 2024). Pendant l'été, on avait également trouvé des otaries sur les échoueries permanentes. Environ 35 de ces échoueries avaient été dénombrées, réparties tout le long du littoral de la C.-B, principalement le long de la côte extérieure exposée. En 2017, une expansion continue de l'utilisation des échoueries dans les eaux de la C.-B. avait été observée, même si l'abondance totale pour le stock de la C.-B. avait été estimée comme étant semblable à celle de l'évaluation précédente en 2013 (MPO, 2021). Une légère baisse avait également été observée dans les décomptes des petits et le taux de croissance de la population par rapport à ceux déclarés en 2013.

Les tendances relatives à l'abondance, au taux de croissance et à la répartition de la population des otaries de Steller en C.-B. (y compris l'expansion des échoueries et des roqueries) observée lors de la dernière évaluation concordaient généralement avec celles observées dans d'autres zones de leur aire de répartition. En 2017, la portion de la C.-B. des dénombrements bruts représentait environ 43 % du stock total de la saison de reproduction dans l'ensemble de l'aire de répartition (~50 % de juvéniles et d'adultes, et 41 % de petits) (Majewski *et al.*, 2024; Muto *et al.*, 2020).

ANALYSE ET RÉPONSE

Approche analytique

Une nouvelle estimation de l'abondance des otaries de Steller en C.-B a été obtenue en 2021 par un relevé effectué dans toutes les roqueries et les échoueries permanentes connues de la côte de la C.-B à l'aide d'aéronefs à voilure fixe entre le 27 juin et le 4 juillet 2021, ainsi que dans les principales échoueries d'hiver (figure 1) et les nouvelles échoueries, signalées par des observateurs fiables ou observées lors des relevés des phoques communs effectués par le MPO (Tucker *et al.*, 2025). Des protocoles et une analyse normalisés du relevé effectué durant la saison de reproduction ont été menés conformément aux méthodes décrites par Olesiuk (2018) et Majewski *et al.* (2024).

Pour résumer :

1. Les dénombrements des petits, des juvéniles et des adultes ont été effectués au niveau des sites.
2. Les dénombrements des petits, des juvéniles et des adultes entre 1971 et 2021 ont été adaptés aux modèles de régression (exponentiel, polynomial de second degré et logistique) pour dériver les tendances et les taux actuels de changement. Un critère d'information d'Akaike a été utilisé pour choisir les meilleurs modèles (Burnham et Anderson, 2002; Majewski *et al.*, 2024).
3. Une correction pour les adultes et les juvéniles en mer au moment du relevé a été appliquée aux dénombrements à terre.
4. Pour tous les sites, on a additionné les nombres des petits, des juvéniles et des adultes afin de fournir une estimation de l'abondance à l'échelle de la C.-B. (voir l'Annexe pour plus de détails).

Le facteur de correction (FC) pour tenir compte des otaries qui étaient en mer pendant le relevé de la saison de reproduction (33 % des individus) et qui, par conséquent, n'ont pas été pris en photo a été estimé à 1,48 [ou $1/(1-0,33)$; CV=5,6 %] à partir des données de télémétrie (Olesiuk, 2018). L'incertitude entourant l'estimation de l'abondance comprend les erreurs associées au FC ainsi que les erreurs associées aux dénombrements (erreur de lecture, estimée à partir de la variabilité entre lecteurs dans un sous-ensemble de dénombrements de sites). Pour calculer la variance totale, nous avons utilisé l'approximation par la méthode delta (voir l'Annexe pour une description des calculs; Olesiuk, 2018, Majewski *et al.*, 2024, Majewski *et al.*, sous presse¹).

Pour examiner les variations relatives de la répartition des petits, des juvéniles et des adultes entre différentes régions de la C.-B. (selon Olesiuk, 2018), les dénombrements ont été résumés par région (figure 2). Les sept régions étaient:

1. La région du Côte Ouest de l'île de Vancouver (COIV);
2. La région des Îles Scott (IS);

¹ Majewski, S., Nordstrom, C.A., Szaniszlo, W., Bowker, A., Trzcinski, K. et S. Tucker. Sous presse. Évaluation de l'état de la population et un retrait biologique potentiel (RBP) des otaries de Californie (*Zalophus californianus*) dans les eaux du Pacifique canadien, basée sur les relevés de l'hiver 2020-2021. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech.

Région de la capitale nationale

3. La région des Détroits de Johnstone et de la Reine-Charlotte (DJIC);
4. La région du Détroit de Georgie (DDG);
5. La région du Centre de la côte continentale (CCC);
6. La région du Nord de la côte continentale (NCC);
7. La région de Haida Gwaii (HG).

Le prélèvement biologique potentiel (PBP) a été calculé conformément à Wade (1998) et au MPO (2025) [voir l'Annexe pour plus de détails].

Résultats

Répartition

Le nombre de roqueries et d'échoueries permanentes occupées par les otaries de Steller en C.-B a continué d'augmenter en 2021 (figure 2). En 2021, deux échoueries permanentes ont été reclassées en tant que roqueries, plus de 50 petits y ayant été dénombrés: Rochers Perez, près du phare d'Estevan (COIV) et Rochers Pearl, près de l'Île Calvert (CCC). Une nouvelle échouerie occupée par des individus non reproducteurs (possiblement une échouerie permanente) a également été observée, et quatre échoueries précédemment désignées comme échoueries d'hiver seulement ont été redéfinies comme permanentes, dont deux échoueries dans la région du Détroit de Georgie (DDG).

Une augmentation continue de l'occupation relative des roqueries dans la région du Centre de la côte continentale a été observée, ainsi qu'une augmentation de l'abondance des juvéniles et des adultes dans la région du Détroit de Georgie pendant la saison de reproduction estivale (figures 3 et 4). La région des Îles Scott, à la pointe nord de l'île de Vancouver, a continué d'abriter la majorité des stocks de reproducteurs et de la production de petits en C.-B., avec 58 % en 2021, comparativement à 61 % en 2017 et 68 % en 2013 (MPO, 2021).

Abondance pendant la saison de reproduction

Les dénombrements effectués pendant le plus récent relevé de la saison de reproduction (du 28 juin au 8 juillet 2021) indiquent que le nombre de petits, de juvéniles et d'adultes a légèrement augmenté par rapport aux relevés antérieurs effectués en C.-B. (tableau A1). Au total, 32 919 otaries de Steller ont été dénombrées en 2021 (25 396 juvéniles et adultes et 7 523 petits), comparativement à 32 142 individus en 2017 (25 502 juvéniles et adultes et 6 640 petits)². Les modèles adaptés aux dénombrements indiquent un ralentissement probable du taux annuel d'augmentation de la production de petits et de l'abondance des juvéniles et des adultes depuis 2017 (figure 5). Un modèle logistique des dénombrements a fourni la meilleure correspondance pour les deux groupes (tableau A2).

Les taux de croissance calculés pour l'intervalle 2017 à 2021 ont été estimés à 1,4 % par an pour les petits et à 1,8 % par an pour les juvéniles et les adultes. L'utilisation des données et du modèle mis à jour correspond aux taux d'augmentation de 2013 à 2017 de 2,5 % par an pour les petits et de 2,7 % par an pour les juvéniles et les adultes.

Avec l'ajustement pour tenir compte des otaries qui étaient en mer au moment du relevé (CF 1,48) à chaque échouerie, et en faisant le total des sites, on estime que l'abondance des otaries

² Les dénombrements réalisés pendant le relevé de 2017 en C.-B. (Majewski *et al.*, 2024) ont été mis à jour pour tenir compte des 388 juvéniles et adultes qui n'avaient pas été dénombrés sur une échouerie d'hiver (Pine Island – JQCS).

de Steller pendant la saison de reproduction en 2021 était de 44 235 individus (IC de 95 % de 35 855 à 54 574), comparativement à une estimation de 43 938 individus (IC de 95 % de 38 712 à 49 869)³ en 2017, ce qui suggère qu'il n'y a pas eu de modification de l'abondance durant la période de quatre ans. Le CV de 9,4 % pour l'estimation de 2021 comprenait une erreur de lecture pour les petits, les juvéniles et les adultes (selon MPO, 2023), une erreur pour le facteur de correction des échoueries et une incertitude en raison de la distribution binomiale sous-jacente des dénombrements.

Prélèvement biologique potentiel (PBP)

Un facteur de rétablissement de 1,0 a été jugé le plus approprié pour cette population en raison de son abondance globale, de l'expansion continue des roqueries et des échoueries permanentes, ainsi que des données chronologiques disponibles (Majewski *et al.*, 2024). Si l'on utilise un N_{MIN} de 40 876, un facteur de rétablissement de 1,0 et le R_{max} par défaut de 12 %, le PBP pour les otaries de Steller pendant la saison de reproduction de l'été 2021 est de 2 453 individus. Le PBP tient compte de tous les prélèvements (p. ex. sites d'aquaculture, prises accessoires, récolte).

CONCLUSIONS

L'abondance des otaries de Steller en C.-B a été estimée à 44 235 individus (IC de 95 % de 35 855 à 54 574) en 2021, avec un PBP de 2 453.

Les taux de variation de la composante des petits et de celle des juvéniles et des adultes semblent plus faibles par rapport aux intervalles des relevés précédents. Cependant, l'expansion des roqueries et des échoueries permanentes se poursuit en C.-B., avec des preuves d'une redistribution continue.

Si l'on regarde les dénombrements effectués en été dans la partie américaine du stock [36 308 individus, dont 25 641 juvéniles et adultes et 10 667 petits (Young *et al.*, 2024)], les otaries de Steller en C.-B. représentent environ 48 % du stock total de la saison de reproduction en 2021 (~50 % des juvéniles et adultes et 41 % des petits).

Les tendances relatives à l'abondance des otaries de Steller, au taux de croissance et à la répartition du stock en C.-B. (y compris l'expansion des échoueries et des roqueries) correspondent généralement à celles observées dans d'autres parties de l'aire de répartition de l'espèce dans l'Est du Pacifique. Dans le Sud-Est de l'Alaska (SEAK), les dénombrements des juvéniles et des adultes sont demeurés relativement stables de 2015 à 2019, bien qu'une baisse de 19 % ait été observée entre 2019 et 2021; par contraste, les dénombrements des petits sont demeurés relativement inchangés depuis environ 2010 (Sweeney *et al.*, 2022). Un déplacement vers le nord de l'aire de reproduction globale s'est produit au cours des dernières décennies, avec une contraction de l'aire de répartition dans le Sud de la Californie et l'établissement de nouvelles roqueries dans le Sud-Est de l'Alaska et, plus récemment, dans l'État de Washington (Stocking et Wiles, 2021). Une analyse intégrée à l'échelle de l'aire de répartition sera nécessaire pour mieux comprendre les facteurs qui influent sur l'abondance et la répartition du stock de l'Est du Pacifique dans son ensemble.

³ L'abondance estimée tirée du relevé de 2017 a été mise à jour pour tenir compte du dénombrement révisé des juvéniles et des adultes.

Sources d'incertitude

On a observé des changements dans les habitudes d'occupation des échoueries, y compris la redistribution des otaries entre les échoueries connues et l'établissement de nouvelles échoueries. Il est possible que des échoueries nouvellement recensées aient été déjà occupées, mais qu'elles aient été manquées lors des relevés précédents. Il est également possible que d'autres échoueries non documentées aient été manquées pendant le relevé de 2021. Toutefois, ce dernier relevé a été le plus complet réalisé à ce jour, avec plus de sites visités et plus d'heures de vol que pour tout autre relevé précédent. De plus, il semble peu probable que l'on ait oublié des sites durant les survols de la majeure partie de la côte pour dénombrer les phoques communs et vérifier tous les sites connus de rassemblement d'otaries (y compris les principales échoueries d'hiver).

Afin de fournir une estimation de l'abondance, les dénombrements de juvéniles et d'adultes sont corrigés pour tenir compte de la proportion des otaries en mer pendant les relevés (et qui ne sont donc pas inclus dans les dénombrements tirés des photos des relevés). On ne sait pas avec certitude si le comportement sur les échoueries est demeuré constant depuis que les facteurs de correction du relevé ont été établis en fonction des otaries étiquetées en 2005 (Olesiuk, 2018), et si les facteurs de correction du relevé actuel demeurent applicables, malgré les changements potentiels dans la répartition de la population, la démographie, l'abondance des prédateurs, l'évolution des conditions océaniques et la disponibilité dynamique des proies. L'étiquetage des otaries de Steller a commencé en 2024, et des analyses de données sont en cours pour mettre à jour les facteurs de correction des relevés aux fins d'évaluations futures du stock dans un cadre qui tient compte du comportement corrélé entre les otaries (Doniol-Valcroze *et al.*, 2016; Majewski *et al.*, sous presse¹).

En raison du changement climatique et de l'augmentation du nombre d'événements extrêmes [p. ex. les vagues de chaleur marine (Freeland, 2015)], l'application de facteurs de correction moyens peut devenir problématique pour une estimation exacte de l'abondance. Par exemple, des températures élevées record ont été enregistrées tout le long de la côte de la C.-B pendant la période de relevé de 2021. Cela aurait pu avoir une incidence sur le comportement des juvéniles et des adultes sur les échoueries, ce qui aurait peut-être entraîné des dénombrements en baisse (p. ex. Suryan *et al.*, 2021) et une correction à la baisse pour les otaries en mer manquées. Bien qu'il ne soit pas certain que la chaleur extrême ait une incidence sur le facteur de correction du relevé (et l'estimation de l'abondance), des observations anecdotiques indiquent qu'un nombre important d'otaries se trouvaient dans les eaux qui entourent immédiatement les échoueries et entre celles-ci en 2021 (ils n'ont donc pas été dénombrés). D'autres aspects de la biologie et de l'écologie des otaries, comme le régime alimentaire (Maniscalco, 2023) et la survie (Hastings *et al.*, 2023), ont été touchés par des vagues de très forte chaleur marine.

Une autre source possible de variabilité est liée aux changements horaires et quotidiens du nombre d'otaries sur chaque échouerie. Les relevés de la saison de reproduction sont effectués dans des conditions normalisées lorsque l'on s'attend à ce qu'un nombre maximal d'otaries se trouvent sur les échoueries; les deux facteurs les plus importants pris en considération sont la date et l'heure du jour (Olesiuk, 2018). Les relevés sont effectués lorsque l'on s'attend à ce que la plupart des petits naissent, mais avant que les otaries ne commencent à se disperser. Pendant la période de reproduction et de mise bas, les juvéniles et les adultes peuvent quitter les roqueries à la recherche de nourriture, habituellement le soir, et y revenir le matin. On suppose donc que le relevé peut être effectué à n'importe quel moment pendant les heures de clarté, lorsqu'un maximum d'otaries sont échouées. La meilleure façon de quantifier cette incertitude consiste à effectuer des relevés répétés afin d'estimer la variabilité du nombre

d'otaries observées échouées au moment du relevé et de confirmer le moment de la mise bas et la fenêtre du relevé connexe.

L'erreur entre lecteurs est déterminée comme une source d'erreur dans les dénombrements eux-mêmes. L'erreur est estimée en se basant sur plusieurs dénombrements indépendants d'un sous-ensemble de sites. Selon le site, plusieurs photos sont habituellement nécessaires pour couvrir la totalité de l'échouerie. Les lecteurs peuvent utiliser des photos différentes pour reconstituer l'ensemble du site. Il y a également des différences entre lecteurs pour l'identification des otaries et la distinction des petits dans les photos des relevés. Un dénombrement complet de tous les sites des relevés par plusieurs lecteurs, y compris les dénombrements des relevés précédents, pourrait préciser davantage l'estimation de la variabilité associée aux dénombrements et appuyer l'analyse des tendances.

Il existe une incertitude quant à la contribution des otaries qui émigrent des roqueries du Sud-Est de l'Alaska, de l'État de Washington, de l'Oregon et de la Californie aux populations de la saison de reproduction dans les eaux de la C.-B et à la comparabilité entre les dénombrements aux États-Unis et au Canada (en raison des différences de méthodologie et des possibles différences de comportement). Cependant, les données de télémétrie par satellite et les observations tout au long de l'année dans les eaux de la C.-B d'otaries étiquetées dans les roqueries des États-Unis confirment que les otaries de Steller se déplacent sur de grandes distances à l'intérieur de leur aire de répartition et que les otaries nées dans les roqueries des États-Unis hivernent et se reproduisent au Canada. Rien n'indique que le comportement sur les échoueries soit différent d'un endroit à l'autre de l'aire de répartition. Bien que les relevés de la saison estivale de reproduction recensent la population reproductrice en C.-B. dans le contexte général de l'aire de répartition, il y a des preuves d'un afflux croissant d'otaries de Steller et d'otaries de Californie provenant des eaux américaines voisines en dehors de la saison de reproduction (Majewski *et al.*, 2024); des relevés hivernaux spécifiques sont nécessaires pour évaluer les changements dans l'abondance et la répartition des otaries qui hivernent dans les eaux de la C.-B.

Les populations d'otaries de Steller dans les eaux de la C.-B ont rebondi depuis qu'elles ont été protégées dans les années 1970, et elles semblent maintenant s'être stabilisées. Compte tenu de la diminution apparente du taux de production des petits et de la stabilisation apparente de l'abondance estimée, il semble que divers mécanismes pourraient maintenant réguler le stock. Il pourrait s'agir de la compétition pour les proies (y compris en raison de la présence croissante d'otaries de Californie), de la prédation par une population croissante d'épaulards de Bigg et d'un éventail d'impacts en cascade causés par le changement climatique. Aucun de ces facteurs n'est bien compris, et des efforts continus devraient être déployés pour surveiller et explorer les modèles d'abondance et de répartition ainsi que les facteurs écologiques de l'abondance des otaries de Steller et de leur comportement sur les échoueries dans toute leur aire de répartition.

FIGURES

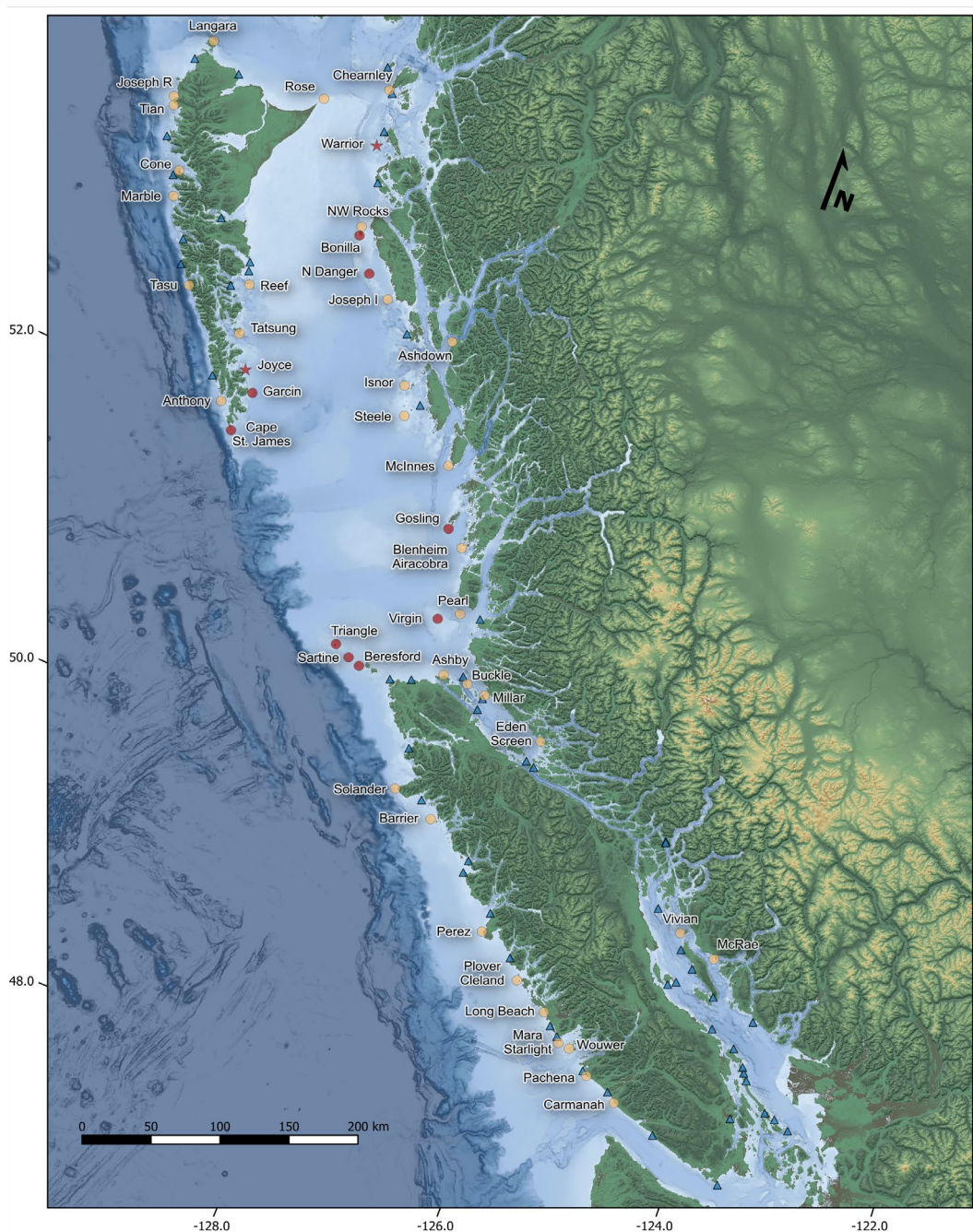


Figure 1. Carte montrant l'emplacement des roqueries d'otaries de Steller (cercles rouges), des nouvelles roqueries observées en 2017 (étoiles rouges), des échoueries permanentes (cercles jaunes) et des principales échoueries d'hiver (triangles bleus) observées en Colombie-Britannique (C.-B.) en 2016 à 2017 (adapté de Majewski et al. 2024). Tous les sites indiqués ont fait l'objet d'un relevé pendant la saison de reproduction de 2021.

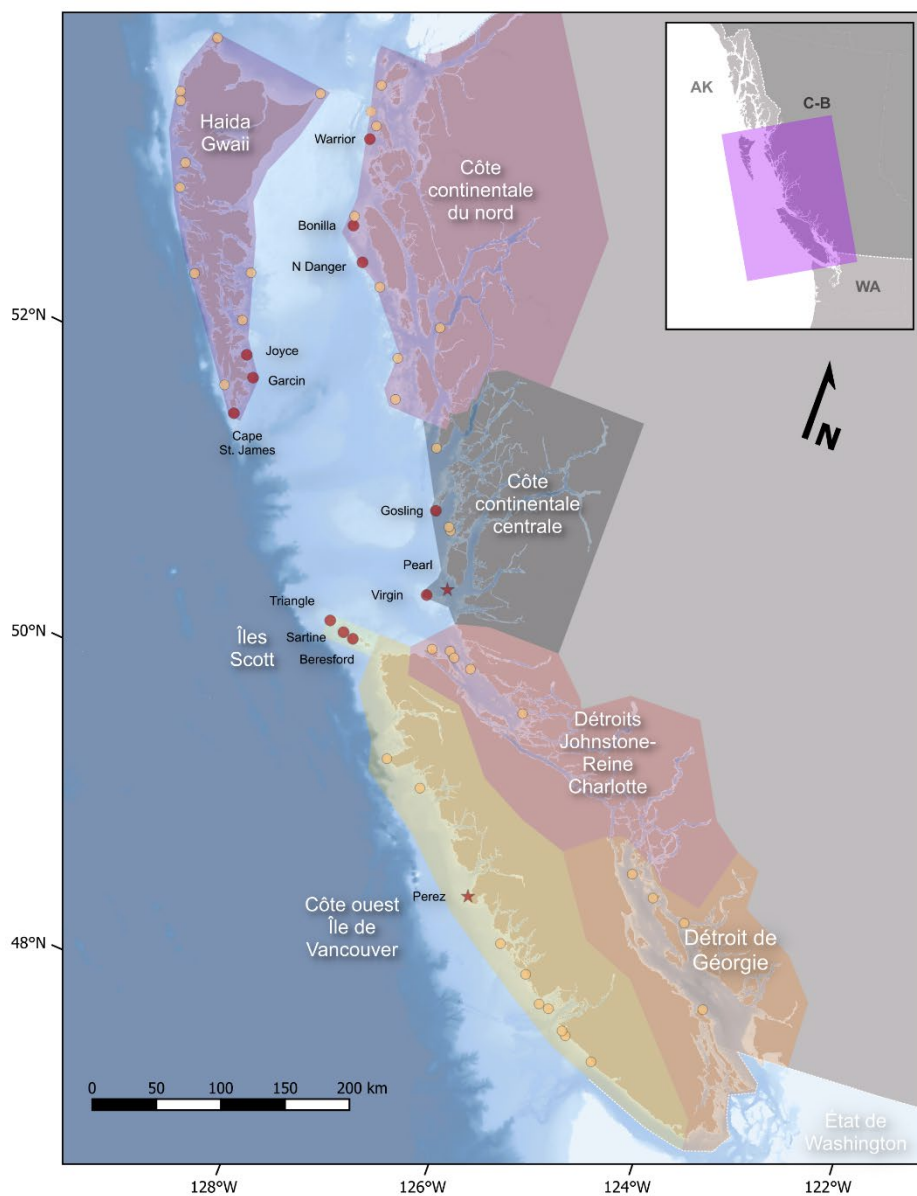


Figure 2. Carte montrant l'emplacement par région de la présence d'otaries de Steller observée en 2021 dans les roqu岸ies (cercles rouges), les nouvelles roqu岸ies observées en 2021 (étoiles rouges) et les échoueries permanentes (cercles jaunes) en Colombie-Britannique (C.-B.). Les dénombrements mis à l'échelle sont illustrés à la figure 3.

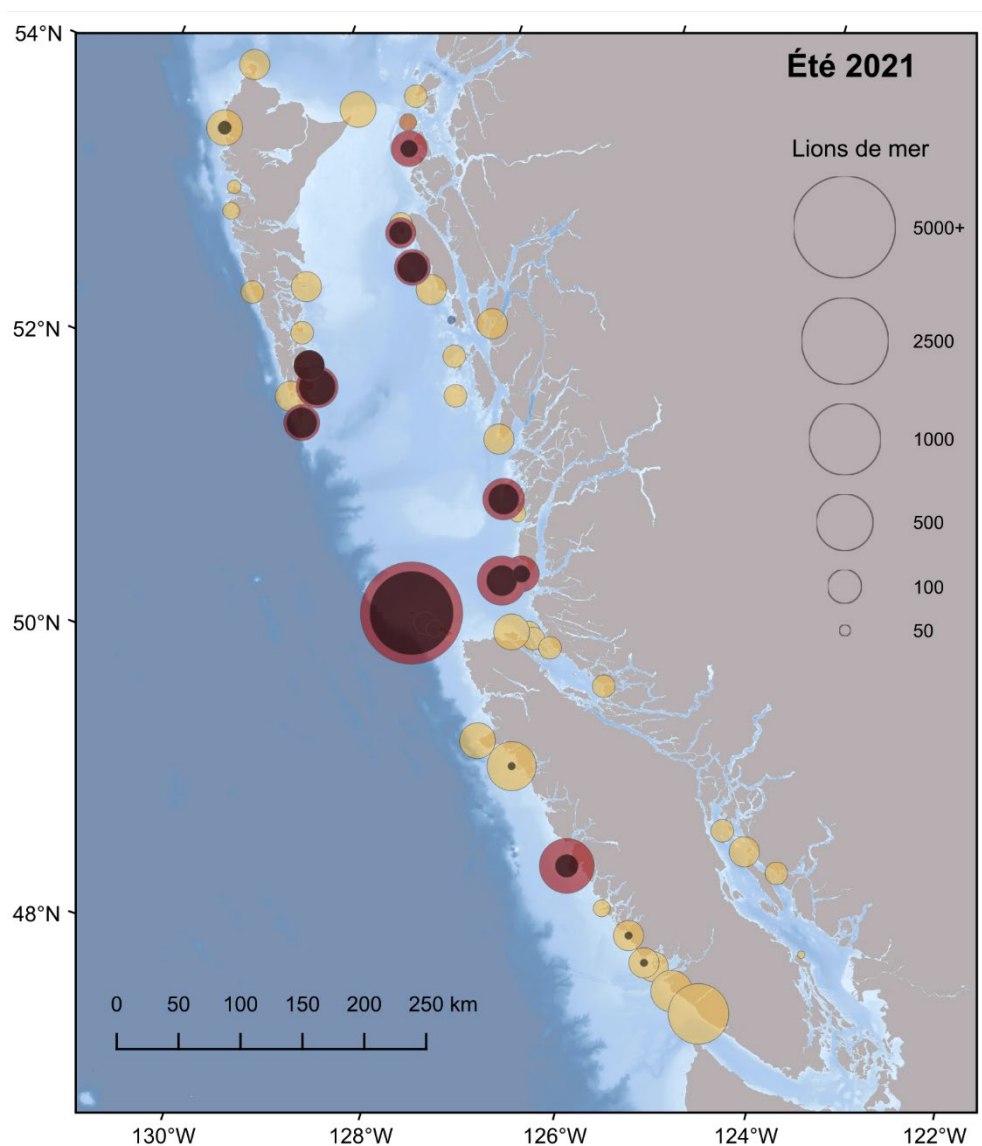


Figure 3. Carte montrant la répartition des dénombrements d'otaries de Steller pour le relevé de la saison de reproduction de 2021. La taille des symboles est proportionnelle au nombre total d'individus (petits, juvéniles et adultes) dénombrés sur chaque site. Les cercles noirs indiquent la proportion de petits. Les symboles rouges indiquent les roqueries et les symboles orange, les échoueries permanentes. Le tableau A1 résume les dénombrements de petits et de juvéniles et adultes sur les roqueries.

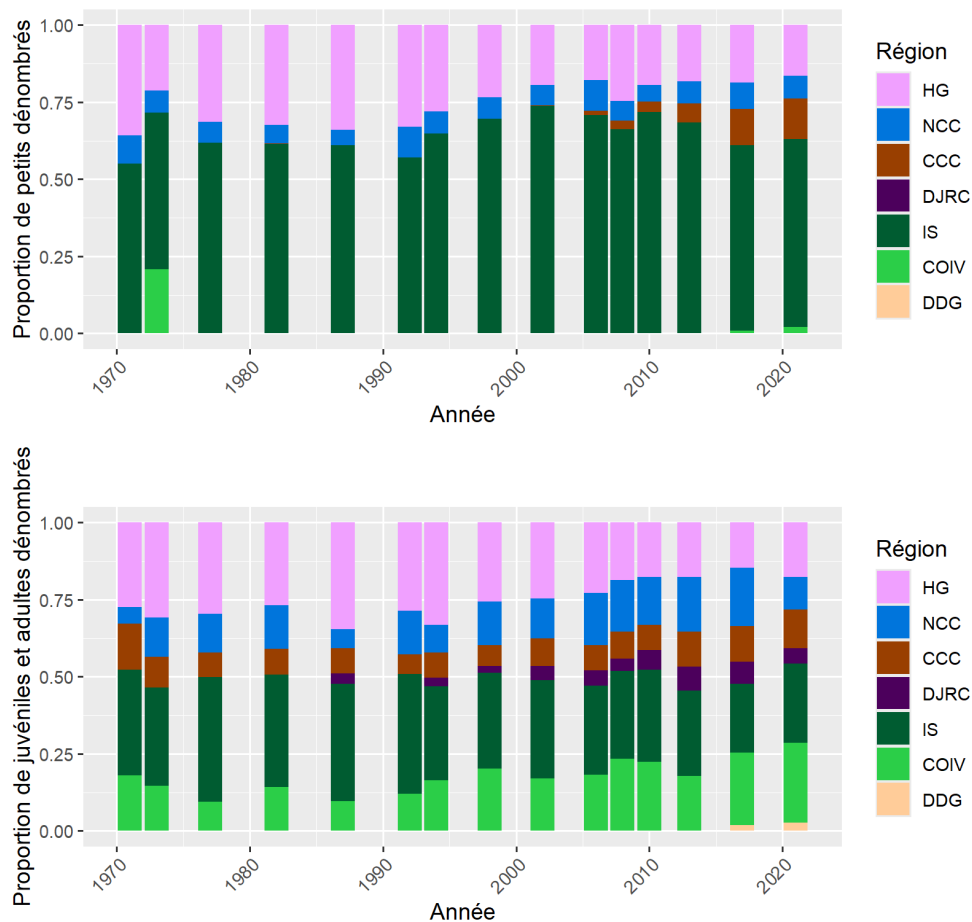


Figure 4. Proportion de petits (en haut) et de juvéniles et adultes (en bas) dénombrés selon la région lors des relevés aériens effectués en Colombie-Britannique (C.-B.) de 1971 à 2017. Les sept régions étaient les régions du Côte Ouest de l'île de Vancouver (COIV), Îles Scott (IS), Détroits de Johnstone et de la Reine-Charlotte (DJRC), Détroit de Georgie (DDG), Centre de la côte continentale (CCC), Nord de la côte continentale (NCC) et Haida Gwaii (HG).

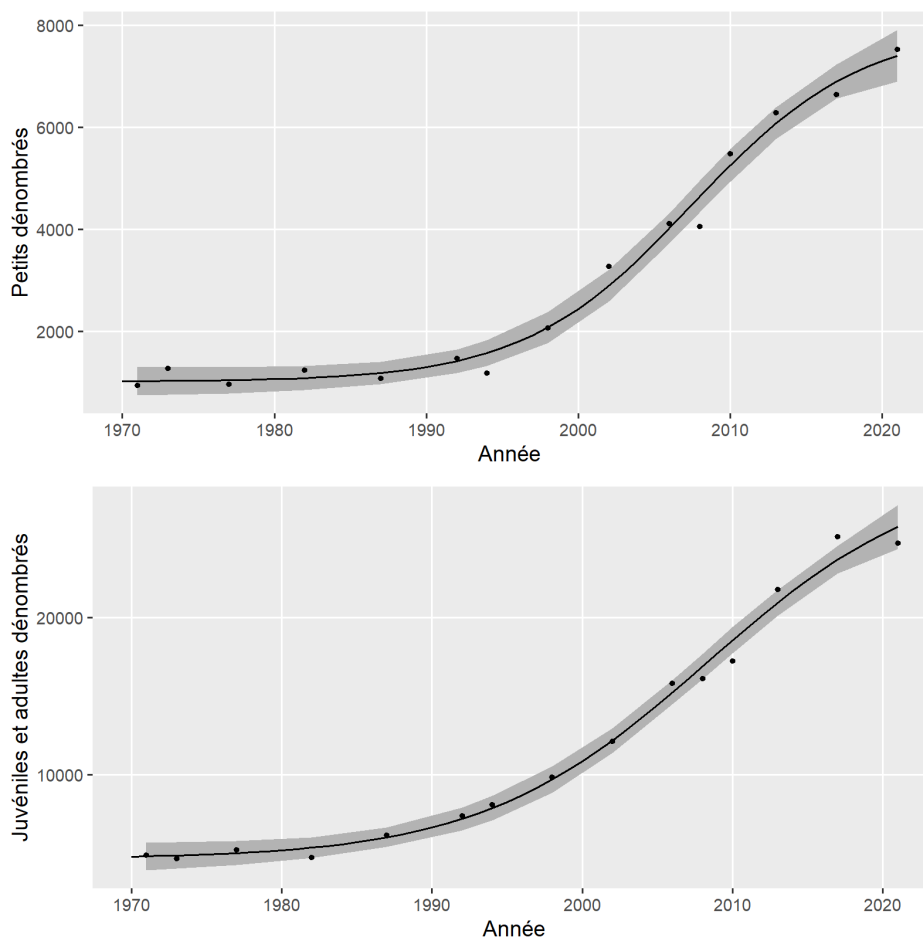


Figure 5. Tendances récentes du nombre de petits (panneau du haut) et de juvéniles et adultes (panneau du bas) dénombrés durant les relevés aériens de la saison de reproduction entre 1971 à 2017. Les lignes noires indiquent l'ajustement du modèle logistique aux dénombrements (points noirs) et l'ombrage gris indique l'intervalle de confiance de 95 % dans l'ajustement du modèle. Voir les résultats du modèle dans le tableau A2.

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Affiliation/Organisation
Abraham, Christine	Pêches et Océans Canada
Biddlecombe, Brooke	Environnement et Changement climatique Canada
Bigney, Kate	Pêches et Océans Canada
Bocking, Bob	Première Nation Maa-Nulth
Bordeleau, Xavier	Pêches et Océans Canada
Bowker, Ali	Pêches et Océans Canada

Abondance de la population d'otaries de Steller

Région de la capitale nationale

en 2021

Nom	Affiliation/Organisation
Buren, Alejandro	CONICET, Instituto Antártico Argentino
den Heyer, Cornelia (Nell)	Pêches et Océans Canada
Doniol-Valcroze, Thomas	Pêches et Océans Canada
Fitzgibbon, Sylvia	Pêches et Océans Canada
Gosselin, Jean-Francois	Pêches et Océans Canada
Goulet, Pierre	Pêches et Océans Canada
Hamilton, Charmain	Pêches et Océans Canada
Hammill, Mike	Pêches et Océans Canada
Harris, Jeff	National Oceanic and Atmospheric Administration
Hobbs, Roderick	National Oceanic and Atmospheric Administration (retraité)
Hodgson, Emma	Pêches et Océans Canada
Lang, Shelley	Pêches et Océans Canada
Jack Lawson	Pêches et Océans Canada
Lee, David	Nunavut Tunngavik Incorporated
Lesage, Véronique	Pêches et Océans Canada
MacConnachie, Sean	Pêches et Océans Canada
Majewski, Sheena	Pêches et Océans Canada
Mosnier, Arnaud	Pêches et Océans Canada
Nordstrom, Chad	Pêches et Océans Canada
Ouchi, Sachi	Nation des Tlaamins
Raum-Suryan, Kim	National Oceanic and Atmospheric Administration
Settingington, Lisa	Pêches et Océans Canada
Smith, Heather	Pêches et Océans Canada
Stenson, Garry	Université Memorial de Terre-Neuve-et-Labrador

Nom	Affiliation/Organisation
Sweeney, Katie	National Oceanic and Atmospheric Administration
Szaniszlo, Wendy	Pêches et Océans Canada
Trzcinski, Kurt	Pêches et Océans Canada
Tucker, Strahan	Pêches et Océans Canada
Tuen, Alex	Pêches et Océans Canada
Warlick, Amanda	National Oceanic and Atmospheric Administration
Yurkowski, David	Pêches et Océans Canada

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

- Bigg, M.A. 1985. Status of the Steller Sea Lion (*Eumetopias jubatus*) and California sea lion (*Zalophus californianus*) in British Columbia. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 77: 20 p.
- Doniol-Valcroze, T., Mosnier, A., Hammill, M.O. 2016. [Testing estimators of walrus abundance: insights from simulations of haul-out behaviour](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/040. v + 18 p.
- Freeland, H. 2015. The “Blob” or Argo and other views of a large anomaly in the Gulf of Alaska in 2014/15. Dans : Chandler, C.P., King, S.A., and Perry, R.I. (Eds.). 2015. State of the physical, biological and selected fishery resources of Pacific Canadian marine ecosystems in 2014. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3131: vi + 211 p.
- Hastings, K.K., Gelatt, T.S., Maniscalco, J.M., Jemison, L.A., Towell, R., Pendleton, G.W. and Johnson, D.S. 2023. Reduced survival of Steller sea lions in the Gulf of Alaska following marine heatwave. Front. Mar. Sci. 10 p. 1127013.
- Majewski, S., Szaniszlo, W., Nordstrom, C.A., Abernethy, R.M., et Tucker, S. 2024. [Abondance et répartition de l'otarie de Steller \(*Eumetopias jubatus*\) en Colombie-Britannique : Mise à jour d'après les relevés aériens de 2016-2017](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech 2024/047. iv + 30 p.
- Maniscalco, J.M., 2023. Changes in the overwintering diet of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) in relation to the 2014–2016 northeast Pacific marine heatwave. Global Ecol. Conservation. 43 p. e02427.
- MPO. 2021. [Tendances de l'abondance et de la répartition de l'otarie de Steller \(*Eumetopias Jubatus*\) au Canada](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2021/035.
- MPO. 2023. [Estimation de l'abondance des otaries de Californie au Canada \(2020-2021\)](#). Secr. can. des avis. sci. du MPO. Avis sci. 2023/016.

- Muto, M.M., Helker, V.T., Delean, B.J., Angliss, R.P., Boveng, P.L., Breiwick, J.M., Brost, B.M., Cameron, M.F., Clapham, P.J., Dahle, S.P., Dahlheim, M.E., Fadely, B.S., Ferguson, M.C., Fritz, L.W., Hobbs, R.C., Ivashchenko, Y.V., Kennedy, A.S., London, J.M., Mizroch, S.A., Ream, R.R., Richmond, E.L., Shelden, K.E.W., Sweeney, K.L., Towell, R.G., Wade, P.R., Waite, J.M. and A.N. Zerbini. 2020. Alaska marine mammal stock assessments, 2019. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-AFSC-404. 395 p.
- Olesiuk, P.F. 2018. [Recent trends in Abundance of Steller Sea Lions \(*Eumetopias jubatus*\) in British Columbia](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2018/006. v + 67 p.
- Stocking, J. J. and G. J. Wiles. 2021. Periodic status review for the Steller Sea Lion in Washington. Washington Department of Fish and Wildlife, Olympia, Washington. 14+iii pp.
- Suryan, R.M., Arimitsu, M.L., Coletti, H.A., Hopcroft, R.R., Lindeberg, M.R., Barbeaux, S.J., Batten, S.D., Burt, W.J., Bishop, M.A., Bodkin, J.L. and Brenner, R., 2021. Ecosystem response persists after a prolonged marine heatwave. *Sci. Rep.* 11(1), p.6235.
- Sweeney, K. L., B. Birkemeier, K. Luxa, and T. Gelatt. 2022. Results of Steller Sea Lion Surveys in Alaska, June-July 2021. Memorandum to The Record.
- Thompson, S.K. and G.A. Seber 1994. Detectability in conventional and adaptive sampling. *Biometrics*. Sep 1:712-24.
- Tucker, S., Majewski, S., Nordstrom, C., Trzcinski, M.K. et Doniol-Valcroze, T. 2025. [Évaluation des stocks de phoque commun du Pacifique \(*Phoca vitulina richardsi*\) au Canada en 2019](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2025/069. v + 92 p.
- Young, N. C., Brower, A. A., Muto, M. M., Freed, J. C., Angliss, R. P., Friday, N. A., Birkemeier, B. D., Boveng, P. L., Brost, B. M., Cameron, M. F., Crance, J. L., Dahle, S. P., Fadely, B. S., Ferguson, M. C., Goetz, K. T., London, J. M., Oleson, E. M., Ream, R. R., Richmond, E. L., Shelden, K. E. W., Sweeney, K. L., Towell, R. G., Wade, P. R., Waite, J. M., and A.N. Zerbini, 2024. Alaska marine mammal stock assessments, 2023. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS-AFSC-493, 327 p.

ANNEXE

Cadre théorique

Nous avons utilisé le cadre décrit dans Doniol-Valcroze *et al.* (2016) et MPO (2023). Soit S_i le nombre réel d'otaries de Steller juvéniles et adultes sur le site i et Q_i le nombre réel de petits, l'abondance totale à chaque site est donnée par la formule :

$$N_i = S_i + Q_i$$

Si nous supposons que chaque juvénile ou adulte passe une partie moyenne p de son temps échoué, et si tous les individus sont indépendants les uns des autres (dans la fenêtre du relevé), le nombre de juvéniles et d'adultes qui peuvent être dénombrés à un moment donné suit une répartition binomiale :

$$X_i \sim \text{Binomial}(S_i, p)$$

avec $S_i p$ comme moyenne et $\text{var}(X_i) = S_i p(1 - p)$ comme variance. Comme il y a de l'incertitude au sujet de la valeur de la proportion d'otaries échouées, on suppose que p est une variable aléatoire avec une erreur normalement distribuée σ_p autour de son estimation ponctuelle, qui ont toutes deux été obtenues à partir d'une étude de télémétrie indépendante (Olesiuk, 2018). Dans ce cas, σ_p est l'écart-type de l'estimateur (c.-à-d. l'erreur-type de la moyenne), qui tient compte du nombre d'otaries étiquetées. Comme on ne s'attend pas à ce que les petits soient dans l'eau, le nombre de petits disponibles pour être dénombrés est égal à Q_i avec une variance nulle.

Nous avons supposé que les dénombrements de juvéniles et d'adultes (X'_i) et de petits (Y'_i) ont été effectués avec une erreur log-normale multiplicative :

$$X'_i = X_i \cdot \epsilon_S \text{ où } \epsilon_S \sim \text{Lognormal}(\mu = 0, \sigma_S), \text{ avec la moyenne } M_S = e^{\mu + \sigma_S^2/2} \text{ et la variance } V_S = (e^{\sigma_S^2} - 1)e^{2\mu + \sigma_S^2}$$

$$Y'_i = Q_i \cdot \epsilon_Q \text{ où } \epsilon_Q \sim \text{Lognormal}(\mu = 0, \sigma_Q), \text{ avec la moyenne } M_Q = e^{\mu + \sigma_Q^2/2} \text{ et la variance } V_Q = (e^{\sigma_Q^2} - 1)e^{2\mu + \sigma_Q^2}$$

Estimation de l'erreur de dénombrement

L'erreur de dénombrement log-normale suppose qu'un terme normalement distribué est ajouté au logarithme de chaque dénombrement. Après le MPO (2023), nous avons utilisé la différence entre les dénombrements effectués par deux lecteurs pour chaque site dans un sous-ensemble des données ($n = 36$) aux fins d'estimation de σ_S and σ_Q . En supposant que l'erreur commise par chaque lecteur suit la même distribution (c.-à-d. avec une variance égale), les différences entre les logarithmes des dénombrements devraient suivre une distribution normale avec deux fois la variance du terme d'erreur. Par conséquent, nous avons estimé $\sigma_S = SD_{diff_S}/\sqrt{2}$ à l'aide de SD_{diff_S} , l'écart-type des différences entre les dénombrements des juvéniles et des adultes par les lecteurs, et $\sigma_Q = SD_{diff_Q}/\sqrt{2}$, l'écart-type des différences entre les dénombrements des petits par les lecteurs.

Estimation de l'abondance

Un estimateur non biaisé de l'abondance à chaque site, en utilisant le facteur de correction **FC** ($= 1/\hat{p}$), est donné par la somme de l'estimateur de l'abondance des juvéniles et des adultes $\hat{S}_i$ et de l'estimateur de l'abondance des petits $\hat{Q}_i$:

$$\hat{N}_i = \hat{S}_i + \hat{Q}_i = X'_i \cdot \text{FC} + Y'_i = \frac{X'_i}{\hat{p}} + Y'_i$$

où X'_i représente le dénombrement des juvéniles et des adultes et Y'_i le dénombrement des petits au site i . L'abondance totale sur les k sites est ensuite donnée par la formule :

$$\hat{N} = \sum_{i=1}^k \hat{N}_i$$

L'incertitude entourant l'estimation de l'abondance $\hat{N}$ comporte quatre composantes, soit les variances dues aux erreurs de dénombrement des petits et des juvéniles et des adultes, la variance binomiale entourant le nombre d'otaries échouées et l'incertitude relative entourant la valeur de $\hat{p}$. Pour propager ces sources de variation, nous utilisons l'approximation selon la méthode delta (Thompson et Seber, 1994). L'estimation de la variance pour $\hat{N}$ est donnée par la formule :

$$\text{var}(\hat{N}) \cong \hat{S}^2 \frac{V_S}{M_S^2} + \hat{S}^2 \frac{1 - \hat{p}}{\hat{p}} + \frac{\hat{S}^2}{\hat{p}^2} \text{var}(\hat{p}) + Y'^2 \frac{V_Q}{M_Q^2}$$

L'intervalle de confiance de 95 % autour de l'abondance totale a été calculé en supposant une distribution log-normale pour $\hat{N}$.

Calcul du PBP

Des lignes directrices ont été élaborées pour évaluer si le stock se prête à un cadre pour lequel une grande quantité de données est disponible ou à un cadre manquant de données dans le contexte de l'application de l'approche de précaution aux phoques de l'Atlantique, et sont considérées comme pertinentes pour d'autres stocks de mammifères marins (MPO, 2025). Selon Majewski *et al.* (2024), la portion du stock d'otaries de Steller de l'Est établie en Colombie-Britannique est considérée comme riche en données en raison d'une série de 15 relevés.

Le prélèvement biologique potentiel (PBP) a donc été calculé comme suit :

$$\text{PBP} = \frac{1}{2} R_{\max} \cdot f \cdot N_{\min}$$

où $R_{\max}$ est le taux maximal d'augmentation de la population fixé à la valeur par défaut de 12 % pour les pinnipèdes (Wade et Angliss 1997; NMFS, 2016), f est un facteur de rétablissement et a été fixé à 1 étant donné la poursuite de la tendance à la hausse et l'abondance totale (MPO, 2025), et $N_{\min}$ est la taille minimale de la population estimée comme étant le 20^e centile de la distribution log-normale de l'estimation la plus récente de l'abondance (Wade, 1998).

Références

Doniol-Valcroze, T., Mosnier, A., Hammill, M.O. 2016. [Testing estimators of walrus abundance: insights from simulations of haul-out behaviour](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/040. v + 18 p.

Abondance de la population d'otaries de Steller en 2021

Région de la capitale nationale

- Majewski, S., Szaniszlo, W., Nordstrom, C.A., Abernethy, R.M. et Tucker, S. 2024. [Abondance et répartition de l'otarie de Steller \(*Eumetopias jubatus*\) en Colombie-Britannique : Mise à jour d'après les relevés aériens de 2016-2017](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2024/047. iv + 30 p.
- MPO. 2025. [Stratégie révisée de gestion des phoques de l'Atlantique](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2025/005.
- National Marine Fisheries Service (NMFS). 2016. Guidelines for preparing stock assessment reports pursuant to the 1994 amendments to the *Marine Mammal Protection Act*. 23 p.
- Olesiuk, P.F. 2018. [Recent trends in Abundance of Steller Sea Lions \(*Eumetopias jubatus*\) in British Columbia](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2018/006. v + 67 p.
- Wade, P. 1998. [Calculating limits to the allowable human-caused mortality of cetaceans and pinnipeds](#). Mar. Mamm. Sci. 14: 1-37.
- Wade, P.R. et R.P. Angliss. 1997. Guidelines for assessing marine mammal stocks : Report of the GAMMS workshop April 3-5, 1996, Seattle, Washington. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-12. Available from Office of Protected Resources, MFS, Silver Spring, MD. 93 p.

Tableaux

Tableau A1. Dénombrement des otaries de Steller (otaries et juvéniles et adultes) pendant le relevé de 2021. COIV= Côte Ouest de l'île de Vancouver; IS= Îles Scott; DDG= Détroit de Georgie; DJRC= Détroits de Johnstone et de la Reine-Charlotte; CCC= Centre de la côte continentale; NCC= Nord de la côte continentale et HG=Haida Gwaii. Les sites ont été classés en tant que roqueries (R) et échoueries permanentes (Y), et les tendances d'occupation ont changé sur certains sites au cours de la période du relevé. Les sites dont la désignation a changé depuis le dernier relevé sont surlignés en gris.
<https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/0083baf1-8145-4207-a84f-3d85ef2943a5>

Région	Type du site	Nom du site	Nombre de petits	Nombre de juvéniles et d'adultes	Total
CCC	R	Rochers Virgin	485	1 131	1 616
CCC	Y/R	Rochers Pearl	71	550	621
CCC	R	Rochers Gosling	430	948	1 378
CCC	Y	Autre	2	547	549
HG	R	Rochers Joyce	326	484	810
HG	R	Rochers Garcin	546	938	1 484
HG	R	Cap St. James	319	560	879
HG	Y	Autre	55	2 541	2 596
DJRC	Y	Autre	3	1 308	1 311
NCC	R	Rochers North			
		Danger	260	508	768
NCC	R	Île Bonilla	208	441	649

Région	Type du site	Nom du site	Nombre de petits	Nombre de juvéniles et d'adultes	Total
NCC	R	Rochers Warrior	69	549	618
NCC	Y	Autre	12	1 389	1 401
IS	R	Île Triangle	4 323	5 226	9 549
IS	R	Île Sartine	199	388	587
IS	R	Île Beresford	62	753	815
IS	R	Autre	0	1	1
DDG	Y	Autre	4	663	667
COIV	Y/R	Rochers Perez	102	1 294	1 396
COIV	Y	Autre	47	5 177	5 224

Tableau A2. Nombre de paramètres dans le modèle (k), logarithme ($\log$) du rapport de vraisemblance, critère d'information d'Akaike corrigé pour les échantillons de petite taille (AIC_c), différences d' AIC_c (Δ_i) et poids d'Akaike (w_i) pour les modèles potentiels (exponentiel, polynomial et logistique) des dénombrements d'otaries de Steller par année. Les ensembles de modèles pour la collecte des données entre 1971 et 2021 ($n=15$ relevés) sont présentés pour deux dénombrements (petits et juvéniles et adultes) en ordre croissant du changement dans le critère d'information d'Akaike (Δ_i), la valeur la plus faible correspondant le mieux aux données.

Types d'otaries de Steller	Modèle	k	log du rapport de vraisemblance	AIC_c	Δ_i	w_i
Petits	logistique	4	-104,14	224,95	0	0,98
	polynomial	3	-110,26	232,52	7,58	0,02
	exponentiel	2	-114,34	236,86	11,91	0
Juvéniles et adultes	logistique	4	-119,44	255,55	0	0,92
	polynomial	3	-124,45	260,91	5,36	0,06
	exponentiel	2	-127,99	264,17	8,62	0,01

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région de la capitale nationale
Pêches et Océans Canada
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

Courriel : DFO.CSAS-SCAS.MPO@dfo-mpo.gc.ca

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

ISSN 1919-3815

ISBN 978-0-660-79701-4 N° cat. Fs70-6/2025-033F-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. Abondance de la population d'otaries de Steller (*Eumetopias jubatus*) dans les eaux canadiennes du Pacifique en 2021. Secr. can. des avis sci. du MPO. Rép. des Sci. 2025/033.

Also available in English:

DFO. 2025. Steller Sea Lion (*Eumetopias jubatus*) Abundance in Canadian Pacific Waters in 2021. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2025/033.