



Pêches et Océans  
Canada

Fisheries and Oceans  
Canada

Sciences des écosystèmes  
et des océans

Ecosystems and  
Oceans Science

## **Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)**

---

**Document de recherche 2025/002**

**Région de l'Ontario et des Prairies et Région de l'Arctique**

# **Ajustement du biais de disponibilité pour le calcul des estimations de l'abondance tirées des relevés aériens des bélugas (*Delphinapterus leucas*) dans l'est de la mer de Beaufort**

Marianne Marcoux, Luke Storrie, Shannon MacPhee et Lisa Loseto

Pêches et Océans Canada  
Institut des eaux douces  
501 University Crescent  
Winnipeg (Manitoba) R3T 2N6

---

## Avant-propos

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

### Publié par :

Pêches et Océans Canada  
Secrétariat canadien des avis scientifiques  
200, rue Kent  
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

[http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/  
csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca](http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca)



© 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](#)

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-75001-9 N° cat. Fs70-5/2025-002F-PDF

### La présente publication doit être citée comme suit :

Marcoux, M., Storrie, L., MacPhee, S. et Loseto, L.L. 2025. Ajustement du biais de disponibilité pour le calcul des estimations de l'abondance tirées des relevés aériens des bélugas (*Delphinapterus leucas*) dans l'est de la mer de Beaufort. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2025/002. iv + 24 p.

### Also available in English :

Marcoux, M., Storrie, L., MacPhee, S., and Loseto, L.L. 2025. Availability Bias Adjustment for Calculating Aerial Survey Abundance Estimates for Belugas (*Delphinapterus leucas*) in the Eastern Beaufort Sea. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2025/002. iv + 23 p.

---

---

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ .....	iv
INTRODUCTION .....	1
MÉTHODES .....	1
DÉPLOIEMENT DES ÉMETTEURS.....	1
GESTION DES DONNÉES .....	2
FILTRAGE DES DONNÉES DE LOCALISATION .....	3
CORRECTION DU PASSAGE À ZÉRO .....	3
IDENTIFICATION DES PLONGÉES .....	3
CALCUL DES FACTEURS DE CORRECTION POUR LE BIAIS DE DISPONIBILITÉ.....	4
RÉSULTATS.....	5
DISCUSSION.....	5
REMERCIEMENTS .....	6
RÉFÉRENCES CITÉES.....	7
TABLEAUX .....	10
FIGURES.....	13
ANNEXE A.....	22

---

## RÉSUMÉ

Les estimations de l'abondance des baleines issues des relevés aériens doivent être ajustées pour tenir compte des animaux qui sont sous l'eau pendant le relevé et que les observateurs du relevé ne peuvent pas dénombrer. En 2019, un relevé aérien a été effectué pour estimer l'abondance de la population de bélugas de l'est de la mer de Beaufort (*Delphinapterus leucas*). Pour compléter le relevé, on a équipé des bélugas d'émetteurs satellites pour enregistrer le temps qu'ils passaient en profondeur afin de pouvoir déterminer des facteurs d'ajustement pour l'estimation du relevé. Deux types de facteurs d'ajustement, instantané et non instantané, ont été calculés en fonction du type de relevé (photographique ou avec des observateurs visuels) et de la zone du relevé (côtière ou extracôtière). Le facteur d'ajustement instantané a été calculé pour être utilisé dans les strates photographiques du relevé des zones côtières en fonction de la proportion de temps que les bélugas ont passée à moins de 1 m de la surface. Le facteur d'ajustement non instantané a été calculé pour les strates du relevé reposant sur les observateurs dans les zones extracôtières. Le facteur d'ajustement non instantané était fondé sur la proportion de temps passée par les bélugas à moins de 5 m de la surface et a été calculé selon la méthode de Laake. Les facteurs d'ajustement ainsi obtenus étaient de 1,56 (ET = 0,592) pour l'instantané et de 1,94 (ET = 0,521) pour le non instantané.

---

## INTRODUCTION

L'abondance des mammifères marins de l'Arctique est souvent estimée au moyen de relevés aériens avec des observateurs visuels ou des analystes photographiques (p. ex. Marcoux *et al.* 2016, Matthews *et al.* 2017, Watt *et al.* 2020). L'un des problèmes de ces relevés est qu'une partie des animaux présents dans une zone donnée se trouvent trop profondément sous l'eau pour que les observateurs des relevés ou les analystes photographiques puissent les détecter (Marsh et Sinclair 1989). Par conséquent, les estimations des relevés aériens ne dénombrent habituellement que les animaux à la surface ou près de la surface et il faut ajuster les estimations pour tenir compte des animaux que les observateurs ne peuvent pas voir lorsqu'ils sont trop profond (facteur de correction de la disponibilité,  $C_a$ ). Une méthode pour calculer un facteur de correction pour tenir compte de la disponibilité consiste à utiliser l'information sur la plongée concernant l'espèce ciblée pour calculer la proportion de temps que les animaux passent à la surface de l'eau ou près de celle-ci.

Du 21 juillet au 2 août 2019, Pêches et Océans Canada (MPO) a effectué un relevé aérien pour estimer la taille de la population de bélugas de l'est de la mer de Beaufort. Le relevé comprenait des lignes de transect dans les zones côtières et extracôtières de l'aire de répartition estivale de ces bélugas (Hauser *et al.* 2014, Figure 1).

Un programme de pose d'émetteurs satellites des bélugas a été élaboré conjointement en partenariat par le MPO, le Comité mixte de gestion de la pêche et le Conseil inuvialuit de gestion du gibier (MacPhee *et al.* 2025) au cours des étés 2018 et 2019 afin de recueillir des renseignements sur le comportement de plongée des bélugas de l'est de la mer de Beaufort pour produire un facteur d'ajustement de la disponibilité pour les relevés aériens de cette population. Les facteurs d'ajustement dérivés des données des émetteurs de 2018-2019 seront utiles pour ajuster les estimations de l'abondance de la population tirées du relevé du MPO et d'un relevé de la NOAA mené dans l'aire de répartition estivale des bélugas de l'est de la mer de Beaufort en 2019 (du 8 au 27 août, Clarke *et al.* 2020). Étant donné que les mammifères marins changent leurs habitudes de plongée en fonction de leur environnement, nous avons également exploré les différences de comportement de plongée entre les zones côtières et extracôtières de la zone de relevé, et avons dérivé des facteurs de correction spécifiques pour les différentes zones. Enfin, comme la turbidité influe sur la profondeur à laquelle les observateurs peuvent détecter les bélugas, nous avons calculé des facteurs de correction pour différents seuils de profondeur. Cette étude représente le premier facteur de correction de la disponibilité de la population de bélugas de l'est de la mer de Beaufort axé sur les données et propre à la région.

## MÉTHODES

### DÉPLOIEMENT DES ÉMETTEURS

Les bélugas ont été équipés avec des émetteurs à partir d'un camp de base à l'île Hendrickson (69° 28' 4" N, 133° 37' 17" O), près de la collectivité de Tuktoyaktuk, dans la baie Kugmallit de l'estuaire du fleuve Mackenzie, dans la région désignée des Inuvialuit (Territoires du Nord-Ouest, Canada), au cours des étés 2018 et 2019, selon des méthodes de capture vivante et de déploiement à distance. Les captures vivantes consistaient à pousser une baleine vers une zone peu profonde, à l'encercler avec un filet pour la capturer et la retenir, et à la guider vers la rive pour poser l'émetteur (Orr *et al.* 2001).

---

Pour les poses d'émetteurs sur les baleines par capture vivante, deux configurations d'émetteurs et d'attaches différentes ont été utilisées en fonction de la disponibilité des émetteurs. Les émetteurs SPLASH10-F-238 (Wildlife Computers Ltd., Redmond, WA, É.-U.) étaient des émetteurs à montage dorsal fixés en attachant des câbles en acier inoxydable et des rondelles de blocage de chaque côté de trois tiges Delrin® qui avaient été insérées par voie transdermique, juste avant la crête dorsale (Figure 2). Au cours d'un déploiement, un émetteur toué SPLASH10-F-321 de Wildlife Computers a été attaché à une seule tige Delrin® également placée à l'avant de la crête dorsale à l'aide du même système de rondelles de blocage, mais avec une attache en acier inoxydable de 50 cm de long dans une bride en forme de Y (Figure 3).

Pour les déploiements à distance, des chasseurs inuvialuits ont attaché des émetteurs SPLASH10-F-321 en poursuivant les animaux ciblés jusqu'à ce qu'ils se trouvent à portée d'une perche en bois ou en aluminium télescopique de 1,8 m (6 pi). Lorsque la baleine faisait surface, les chasseurs effectuaient un mouvement de piqure pour implanter une ancre à bascule sous-cutanée dans la graisse, juste derrière la crête dorsale au-dessus de la ligne médiane de l'animal, de sorte qu'elle était touée et refaisait surface derrière l'animal (Figure 4). La conception de l'ancre reposait en grande partie sur l'ancre en plastique Wilton (Wildlife Computers Inc., WA, É.-U.) avec des modifications conseillées par les chasseurs de bélugas inuvialuits, inspirées des harpons à tête mobile traditionnels, ce qui a produit les « Inuvik Dart », un prototype de Wildlife Computers. La Inuvik Dart était attachée à l'émetteur à l'aide d'une ligne de pêche en monofilament de 50 cm de long et d'une résistance de 90,7 kg (200 lb) avec des bagues à sertir en aluminium scellées dans une pellicule thermorétractable au niveau de l'ancre et du nez de l'émetteur (Figure 5).

Tous les émetteurs mesuraient les données de profondeur à la plus haute résolution possible, soit une profondeur enregistrée toutes les 75 s (résolution = 0,5 m, précision = +/- 1 % de la lecture de profondeur). Les données sur la profondeur étaient transmises par satellite dans des messages horaires. Les emplacements de GPS Fastloc étaient recueillis toutes les 7 à 30 minutes et les emplacements Argos étaient estimés lors de chaque transmission.

## GESTION DES DONNÉES

Les bélugas modifient leur comportement de plongée en fonction de facteurs comme les besoins énergétiques, la saison, l'emplacement, l'habitat et l'heure de la journée (Storrie *et al.* 2022a,b). Par conséquent, pour calculer les facteurs de correction pour les relevés aériens, il est idéal d'utiliser des données qui sont propres à la région et à la période du relevé à ajuster. Ici, nous avons divisé les données en deux périodes de relevé. La première, « juillet », comprenait les données du 15 juillet au 2 août, qui correspondent aux dates prévues pour le relevé aérien de 2019 du MPO (bien que le relevé ait commencé le 21 juillet; Marcoux *et al.* 2025). La deuxième période, « août », comprenait les données du 3 au 27 août, qui correspondent à la période du relevé effectué par la NOAA dans l'est de la mer de Beaufort et le golfe Amundsen dans le cadre de ses relevés aériens 2019 des mammifères marins de l'Arctique (Clarke *et al.* 2020). Les données ont été converties du temps universel coordonné à l'heure locale (heure des Rocheuses) et nous n'avons inclus que les données de plongée acquises entre 8 h à 20 h pour qu'elles correspondent à la période de la journée pendant laquelle le relevé a eu lieu. Nous avons retiré les 24 premières heures de données après le déploiement afin de réduire l'influence potentielle d'un comportement anormal associé au marquage de l'animal (Shuert *et al.* 2021).

---

## FILTRAGE DES DONNÉES DE LOCALISATION

Les données de localisation ont été filtrées en supprimant d'abord les emplacements Argos sans erreur d'ellipse associée et les emplacements de GPS Fastloc ayant une valeur résiduelle >35 (Dujon *et al.* 2014). Nous avons ensuite combiné les emplacements Argos et de GPS et utilisé la fonction 'sdafilter' du progiciel 'argosfilter' (Freitas *et al.* 2008) dans R v3.6.0 (R Development Core Team 2019) pour filtrer les emplacements qui nécessitaient des vitesses de nage >3 m/s. Les emplacements nécessitant une plus grande vitesse de nage étaient conservés s'ils se trouvaient à moins de 5 km de l'emplacement précédent, afin de pouvoir garder les emplacements découlant d'une nage plus rapide sur de courtes distances (Freitas *et al.* 2008). Nous avons superposé les trajectoires des bélugas sur les fichiers de forme des zones côtières et extracôtières du relevé (Figures 6 et 7) afin de déterminer les portions des trajectoires, et les plongées connexes, qui ont eu lieu dans les deux zones différentes.

## CORRECTION DU PASSAGE À ZÉRO

Le capteur de pression des enregistreurs de la durée et de la profondeur des plongées dérive souvent au fil du temps en raison des changements de température et d'autres facteurs qui entraînent des erreurs dans les lectures de la profondeur. Ce problème s'aggrave lorsque nous calculons le facteur de correction du biais de disponibilité parce que nous avons besoin de mesures précises et exactes de la profondeur pour les cinq premiers mètres d'eau. C'est pourquoi nous avons mis en œuvre la correction du zéro élaborée par Luque et Fried (2011) pour corriger les données de profondeur. Cette méthode consiste à utiliser une série de filtres de quantiles pour lisser les données et détecter la surface de l'eau. Les données ont d'abord été lissées à l'aide d'un créneau mobile du quantile 0,5 (médiane) de 225 s (3 échantillons; Figure 8b). Cette étape a permis de supprimer une partie du bruit dans les données. Un deuxième filtre avec un créneau mobile de 30 minutes (24 échantillons) et un filtre du quantile 0,05 ont été appliqués aux données lissées (Figure 8c). Cette étape a été effectuée pour extraire le signal de surface et suppose que les bélugas remontent à la surface au moins toutes les 30 minutes. Pour la dernière étape, le signal de surface (données filtrées du quantile 0,05) a été soustrait des données lissées (Figure 8d). Cette méthode repose sur la fonction 'runquantile' du progiciel 'caTools' (Tuszynski 2021) dans R (R Development Core Team 2019).

## IDENTIFICATION DES PLONGÉES

Nous avons utilisé le progiciel 'diveMove' (Luque 2007) pour identifier des plongées distinctes et extraire le temps que les bélugas passaient près de la surface. Ce progiciel indique les intervalles de plongée et de surface en fonction d'un critère de seuil de profondeur. Les plongées sont définies comme des écarts par rapport à la surface sous le seuil jusqu'à la profondeur maximale et le retour subséquent au seuil de la surface. Les intervalles de surface sont définis comme les intervalles entre des plongées successives. Le moment du début et de la fin d'une plongée est calculé comme le point temporel médian entre le dernier point de données au-dessus du seuil de plongée et le premier point au-dessous de ce seuil (pour le début de la plongée) et le dernier point de données sous le seuil et le premier point de données au-dessus du seuil de plongée (pour la fin de la plongée; Figure 8e).

D'après une expérience avec des bélugas grandeur nature modélisés, on a estimé que les bélugas adultes sont visibles d'un avion à des profondeurs allant jusqu'à 5 m en eau claire (Richard *et al.* 1994). Cependant, dans les eaux troubles, comme celles des estuaires, des études antérieures ont supposé que les bélugas ne peuvent pas être observés à des profondeurs de plus de 2 m (Richard 2013). Après une inspection visuelle des photos et en fonction des commentaires des observateurs visuels du relevé 2019 des bélugas de l'est de la

mer de Beaufort réalisé par le MPO, on a conclu que dans les estuaires de la zone d'étude de la mer de Beaufort, l'eau était suffisamment trouble pour que l'on ne puisse pas observer les bélugas à moins de 1 m de la surface. Nous avons donc utilisé trois seuils de plongée différents (1 m, 2 m et 5 m) pour estimer le temps que les bélugas passaient près de la surface et pouvaient être vus par les observateurs selon les clartés d'eau.

Après l'inspection manuelle des profils de plongée, nous avons constaté des problèmes liés à l'absence de transmission des données de profondeur. Il y avait un volume maximal de données que les émetteurs pouvaient transmettre par jour, selon le satellite et l'emplacement des émetteurs. De ce fait, il manquait des tranches de 60 minutes de données continues dans notre ensemble de données, sur lesquelles diveMove a extrapolé la durée de la période de plongée ou de surface précédente pour inclure les 60 minutes manquantes. Pour atténuer ce problème, nous avons supprimé les périodes de plongée et de surface de plus de 60 minutes afin d'éliminer les phases de plongée potentiellement erronées qui pourraient être causées par ces lacunes dans les données.

### **CALCUL DES FACTEURS DE CORRECTION POUR LE BIAIS DE DISPONIBILITÉ**

Pour chaque béluga, nous avons d'abord calculé le temps moyen qu'il a passé près de la surface ( $E(s)$ ) et en plongée ( $E(d)$ ) pour les trois catégories de profondeur (1 m, 2 m et 5 m). Le ratio du temps passé par les bélugas près de la surface pour chaque catégorie a été calculé en divisant le temps passé près de la surface par le temps total du cycle de plongée (temps en surface plus temps de plongée). Nous avons calculé le ratio moyen passé à la surface pour la période de juillet (du 15 juillet au 2 août) et d'août (du 3 au 27 août), ainsi que les ratios pour la zone côtière et la zone extracôtière du relevé (Figure 1).

Pour chacune des combinaisons de profondeur de plongée, de mois et de zone de relevé, nous avons calculé les facteurs de correction de la disponibilité pour les observations instantanées (p. ex. pour les relevés photographiques;  $C_{ai}$ ) en fonction de la proportion de temps pendant laquelle le béluga est disponible à la surface ( $Pa_i$ ) selon la formule suivante :

$$Pa_i = \frac{E(s)}{E(s) + E(d)}$$

et

$$C_{ai} = 1/Pa_i$$

Cependant, lorsque les observations ne sont pas instantanées, c'est-à-dire lorsque les observateurs visuels ont le temps de détecter les animaux, le facteur de correction instantané crée un biais positif. Ici, nous avons calculé la disponibilité des baleines à une distance perpendiculaire,  $Pa(x)$ , à partir de l'équation mise au point par McLaren (1961) et améliorée par Laake *et al.* (1997) qui tient compte du comportement en surface des baleines et du temps pendant lequel un objet à la distance  $x$  à la surface de l'eau demeure dans le champ de vision de l'observateur ( $w(x)$ ).

$$Pa(x) = \frac{E(s)}{E(s) + E(d)} + \frac{E(d)[1 - e^{-w(x)/E(d)}]}{E(s) + E(d)}$$

$w(x)$  a été calculé en fonction de la vitesse de l'avion et de l'angle de recherche des observateurs selon la formule de Forcada *et al.* (2004) et de Gómez de Segura *et al.* (2006) :

$$\hat{w}(x) = \frac{x}{v} [\cot(\theta_1) + \cot(\theta_2)]$$

---

Pour le relevé du MPO, les angles de visionnement arrière ( $\phi_1$ ) et avant ( $\phi_2$ ) utilisés étaient de 90° et de 20°, respectivement (ce qui correspond à un angle de visionnement de 20° à 90°, 0° étant droit devant et 90° perpendiculaire à la ligne du transect). La vitesse de l'avion ( $v$ ) était de 100 nœuds ou 51,39 m/s (Marcoux *et al.* 2025) et  $x$  était les distances perpendiculaires des détections du relevé du MPO. Le temps moyen d'observation obtenu était de 13,87 secondes.

Le facteur de correction,  $C_{aLaake}$ , a été calculé comme suit :

$$C_{aLaake} = 1/Pa(x)$$

## RÉSULTATS

Au total, 13 bélugas ont été équipés d'émetteurs satellite qui ont transmis des données chronologiques sur la profondeur pendant au moins 13 jours; ces données ont été utilisées pour calculer le facteur de correction dans les régions côtières et extracôtières. Dix de ces bélugas ont été capturés par filet (2018 n=6, 2019 n=4) et trois ont été équipés avec un émetteur selon la méthode à distance (2018 n=0, 2019 n=3, Tableau 1). Tous les bélugas ayant fait l'objet d'une capture vivante étaient de gros mâles d'une longueur de 4,06 m à 4,70 m (Tableau 1). Il n'a pas été possible de déterminer avec certitude le sexe et la longueur des bélugas équipés avec un émetteur à distance, mais il s'agissait probablement de mâles adultes, d'après les connaissances des chasseurs inuvialuits locaux qui les ont équipés.

Le Tableau 2 indique le temps moyen que les bélugas ont passé à moins de 1 m, 2 m et 5 m de la surface et en plongée sous ces seuils pour toutes les plongées, quel que soit le lieu de la plongée. En général, les bélugas ont passé plus de temps à la surface pendant la période du relevé de juillet que pendant la période d'août. Lorsqu'on examine spécialement les plongées qui ont été effectuées dans les zones de relevé (Figures 6 et 7), les bélugas ont passé plus de temps à la surface dans les zones côtières que dans les zones extracôtières si l'on compare les plongées ayant le même seuil de profondeur (Tableau 3; Figure 9). Les facteurs de correction non instantanés calculés à l'aide de l'équation de Laake (1997) étaient inférieurs aux facteurs de correction instantanée (Tableau 3), ce qui a donné une estimation de population corrigée plus basse.

## DISCUSSION

Les facteurs de correction du biais de disponibilité ( $C_a$ ) calculés dans cette étude sont semblables à ceux qui ont été calculés pour les bélugas d'autres populations. Kingsley et Gauthier (2002) ont étudié le comportement de plongée de groupes de bélugas à partir d'un hélicoptère en vol stationnaire dans l'estuaire du Saint-Laurent et calculé un facteur de correction de 2,22. Marcoux et ses collaborateurs (2016) ont calculé un facteur semblable de 2,06 pour le seuil de la surface de 0 à 2 m pour les bélugas de la baie Cumberland, et de 2,54 pour le seuil de 0 à 5 m à partir des données de trois bélugas équipés d'émetteurs satellite. Pour le béluga de l'ouest de la baie d'Hudson, Matthews et ses collaborateurs (2017) ont calculé un facteur de correction de 1,24 (ET = 0,05) pour les zones extracôtières (en fonction du temps passé à moins de 5 m de la surface) et de 1,71 (ET = 0,11; en fonction du temps passé à moins de 2 m de la surface) pour la zone côtière à partir des données de huit bélugas équipés d'émetteurs satellite. Enfin, Heide-Jørgensen et ses collaborateurs (1998) ont estimé que les bélugas avaient passé 39,1 % de leur temps à moins de 5 m de la surface (ce qui équivaut à un facteur de correction de 2,56) d'après les données provenant d'émetteurs satellite déployés sur six bélugas près de l'île Devon, au Nunavut.

---

Les émetteurs de cette étude avaient été réglés pour enregistrer la profondeur toutes les 75 secondes. Nous n'avons pas estimé dans quelle mesure nos méthodes détectaient les temps passés en surface ou en plongée de moins de 75 secondes, ni combien de ces temps auraient été manqués. De plus, nous ne sommes pas certains de la manière dont ce biais a influencé nos facteurs de correction. Bien que d'autres études aient estimé la durée de plongée pour les bélugas (Heide-Jørgensen *et al.* 1998, Lemieux Lefebvre *et al.* 2018), la définition d'une plongée dans les autres études différait de la nôtre et le temps que les bélugas passaient à la surface n'a pas été déclaré ailleurs. Il est donc difficile de comparer directement la durée du temps en surface et en plongée dans cette étude à celle des autres.

La collecte simultanée de données de relevé et d'émetteurs satellite nous a permis de réduire l'incertitude spatiale et temporelle dans notre compréhension du comportement de plongée des bélugas. Cependant, notre étude comporte certaines limites. Les données de cette étude proviennent uniquement de gros mâles (en supposant que les trois bélugas équipés d'émetteurs à distance étaient des mâles, ce qui est probable, d'après les connaissances des chasseurs qui les ont équipés), qui ont été équipés avec des émetteurs tous au même endroit. Les bélugas de sexe et de classe d'âge différents ont sans doute des comportements de plongée différents. Dans une étude des populations de bélugas du Haut-Arctique et de la baie Cumberland, les femelles accompagnées d'un baleineau dépendant passaient plus de temps en surface que les femelles sans baleineau (Heide-Jørgensen *et al.* 2001). Les plus gros bélugas passent également moins de temps à la surface que les plus petits (Heide-Jørgensen *et al.* 2001). Ainsi, notre correction du biais de la disponibilité est probablement biaisée négativement et pourrait entraîner une surestimation de l'abondance de la population. Même si nous considérons que notre facteur de correction de la disponibilité était approprié pour le relevé 2019 des bélugas de l'est de la mer de Beaufort au moment où il a été effectué, nous tenons à souligner qu'il est fondé sur un échantillon limité de bélugas équipés avec des émetteurs à un endroit, et présumé représenter le comportement de l'ensemble de la population.

Le facteur d'ajustement de la disponibilité utilisé dans cette étude reposait sur le comportement individuel de plongée des bélugas et ne tient pas compte du fait que la plupart des bélugas dénombrés dans le relevé aérien avaient été rencontrés en groupes. Il existe encore de l'incertitude entourant la synchronicité du comportement de plongée des bélugas dans un groupe. Cependant, il est probable que les bélugas ne plongent pas en parfaite synchronisation et que le facteur d'ajustement de la disponibilité que nous estimons est une sous-estimation qui donne une estimation de l'abondance biaisée positivement. Cette observation concorde avec les études sur les dauphins côtiers grégaires, où l'estimation de la disponibilité augmentait avec la taille du groupe (Sucunza *et al.* 2018, Brown *et al.* 2022).

Pour le relevé aérien de la population de bélugas de l'est de la mer de Beaufort effectué par le MPO en 2019, nous recommandons d'utiliser deux facteurs de correction différents pour les zones côtières et extracôtières en fonction des données de juillet. Pour les zones côtières, qui ont été couvertes par un relevé photographique, nous recommandons le facteur de correction instantané basé sur le seuil de plongée de 1 m ( $C_{al} = 1,56$ ,  $ET = 0,592$ ). Pour les zones extracôtières, qui ont été couvertes par des observateurs visuels, nous recommandons le facteur de correction non instantané reposant sur la méthode de Laake et le seuil de plongée de 5 m ( $C_{aLaake} = 1,94$ ,  $ET = 0,521$ ).

## REMERCIEMENTS

Le Programme de pose d'émetteurs satellites sur les bélugas de l'est de la mer de Beaufort en 2018-2019 a été élaboré en partenariat par le Comité mixte de gestion de la pêche et le Conseil

---

inuvialuit de gestion du gibier et Pêches et Océans Canada, avec le soutien des Comités de chasseurs et de trappeurs inuvialuits. Nous sommes reconnaissants du soutien administratif du Secrétariat conjoint (Eunice Thrasher, Bernice Joe, Patricia Rogers), de Pêches et Océans Canada (Diane Jones) et des Comités de chasseurs et de trappeurs (Michelle Gruben, Anita Ruben, Glenna Emaghok, Diane Ruben, Bessie Inuktaluk, Bridget Wolki). John Iacozza, Robert Hodgson et les premiers participants au groupe consultatif sur la pose d'émetteurs (Charles Pokiak, John Noksana Jr., Gerald Inglangasuk, Patrick Gruben, John Lucas Jr., Emily Way-Nee, Davonna Kasook, Jen Lam) ont fourni des conseils essentiels à la conception du programme. Les membres de l'équipe sur le terrain étaient Dennis Arey, Dwayne Benoit, Lawrence Kaglik, Linley Day, John Noksana Sr., Joseph Felix Jr., Raymond Etagiak, Patrick Akhiatak, Mikkel Panaktalok, Greg Elias, Jeremy Hansen, Nigel Hussey, Greg O'Corry-Crowe, Émilie Couture, Benjamin Lamglait, Laura Murray et trois d'entre nous (SM, LS, LL). L'équipe sur le terrain a collaboré à l'élaboration et à la mise à l'essai de la méthode de déploiement à distance en fonction des connaissances inuvialuites des pratiques de récolte du béluga et des méthodes scientifiques occidentales. Nous remercions tout particulièrement Wildlife Computers d'avoir mis au point le prototype d'émetteur « Inuvik Dart ». Le programme de pose d'émetteurs sur les bélugas de l'est de la mer de Beaufort de 2018-2019 a été financé par Relations Couronne-Autochtones et Affaires du Nord Canada, Pêches et Océans Canada et le Comité mixte de gestion de la pêche.

## RÉFÉRENCES CITÉES

- Brown, A.M., Allen, S.J., Kelly, N., and Hodgson, A.J. 2022. Using unoccupied aerial vehicles to estimate availability and group size error for aerial surveys of coastal dolphins. *Remote Sens. Ecol. Conserv.* 9(3): 340–353.
- Clarke, J.T., Brower, A.A., Ferguson, M.C., Willoughby, A.L., and Rotrock, A.D. 2020. Distribution and relative abundance of marine mammals in the Eastern Chukchi Sea, Eastern and Western Beaufort Sea, and Amundsen Gulf, 2019 annual report. National Marine Fisheries Service, Alaska Fisheries Science Center, Marine Mammal Laboratory, BOEM Alaska Environmental Studies Program, Alaska, U.S.
- Dujon, A.M., Lindstrom, R.T., and Hays, G.C. 2014. The accuracy of Fastloc-GPS locations and implications for animal tracking. *Methods Ecol. Evol.* 5(11): 1162–1169.
- Forcada, J., Gazo, M., Aguilar, A., Gonzalvo, J., and Fernández-Contreras, M. 2004. Bottlenose dolphin abundance in the NW Mediterranean: addressing heterogeneity in distribution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 275: 275–287.
- Freitas, C., Lydersen, C., Fedak, M.A., and Kovacs, K.M. 2008. A simple new algorithm to filter marine mammal Argos locations. *Mar. Mamm. Sci.* 24(2): 315–325.
- Gómez de Segura, A., Crespo, E.A., Pedraza, S.N., Hammond, P.S., and Raga, J.A. 2006. Abundance of small cetaceans in waters of the central Spanish Mediterranean. *Mar. Biol.* 150(1): 149–160.
- Hauser, D.D., Laidre, K.L., Suydam, R.S., and Richard, P.R. 2014. Population-specific home ranges and migration timing of Pacific Arctic beluga whales (*Delphinapterus leucas*). *Polar Biol.* 37: 1171–1183.
- Heide-Jørgensen, M., Richard, P., and Rosing-Asvid, A. 1998. Dive patterns of belugas (*Delphinapterus leucas*) in waters near Eastern Devon Island. *Arctic.* 51(1): 17–26.

- 
- Heide-Jørgensen, M., Hammeken, N., Dietz, R., Orr, J., and Richard, P. 2001. Surfacing times and dive rates for narwhals (*Monodon monoceros*) and belugas (*Delphinapterus leucas*). *Arctic*. 54(3): 284–298.
- Kingsley, M.C., and Gauthier, I. 2002. Visibility of St Lawrence belugas to aerial photography, estimated by direct observation. *NAMMCO Sci. Publ.* 4: 259–270.
- Laake, J.L., Calambokidis, J., Osmeck, S.D., and Rugh, D.J. 1997. Probability of detecting harbor porpoise from aerial surveys: estimating  $g(0)$ . *J. Wildl. Manag.* 61(1): 63–75.
- Lemieux Lefebvre, S., Lesage, V., Michaud, R., and Humphries, M.M. 2018. Classifying and combining herd surface activities and individual dive profiles to identify summer behaviours of beluga (*Delphinapterus leucas*) from the St. Lawrence Estuary, Canada. *Can. J. Zool.* 96(5): 393–410.
- Luque, S.P. 2007. Diving behaviour analysis in R. *R News* 7(3): 8–14.
- Luque, S.P., and Fried, R. 2011. Recursive filtering for zero offset correction of diving depth time series with GNU R package diveMove. *PLoS ONE* 6(1): e15850. doi:10.1371/journal.pone.0015850.
- MacPhee, S., Adams, B., George, J.C., Hansen, J., Inglangasuk, G., Kalinek, J., Marcoux, M., Murray, L., and Loseto, L. 2025. [What We Heard: Community Meetings for Beluga and Bowhead Tagging and Aerial Survey Programs Planned for 2019 in the Inuvialuit Settlement Region](#). *Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3294: vii + 55 p.
- Marcoux, M., Young, B.G., Asselin, N.C., Watt, C.A., Dunn, J.B., and Ferguson, S.H. 2016. [Estimate of Cumberland Sound beluga \(\*Delphinapterus leucas\*\) population size from the 2014 visual and photographic aerial survey](#). *DFO Can. Sci. Advis. Secr. Res. Doc.* 2016/037. iv + 19 p. (Erratum: October 2016)
- Marcoux, M., Mayette, A., Ferguson, M., Hornby C.A. et Loseto, L.L. 2025. [Estimation de l'abondance des bélugas \(\*Delphinapterus leucas\*\) d'après les relevés aériens de la population de l'est de la mer de Beaufort réalisés en 2019](#). *Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech.* 2025/006. iv + 44 p.
- Marsh, H., and Sinclair, D.F. 1989. Correcting for visibility bias in strip transect aerial surveys of aquatic fauna. *J. Wildl. Manag.* 53(4): 1017–1024.
- Matthews, C.J.D., Watt, C.A., Asselin, N.C., Dunn, J.B., Young, B.G., Montsion, L.M., Westdal, K.H., Hall, P.A., Orr, J.R., Ferguson, S.H., and Marcoux, M. 2017. [Estimated abundance of the Western Hudson Bay beluga stock from the 2015 visual and photographic aerial survey](#). *DFO Can. Sci. Advis. Secr. Res. Doc.* 2017/061. v + 20 p.
- McLaren, I.A. 1961. Methods of determining the numbers and availability of ringed seals in the Eastern Canadian Arctic. *Arctic*. 14(3): 162–175.
- Orr, J.R., Joe, R., and Evic, D. 2001. Capturing and handling of white whales (*Delphinapterus leucas*) in the Canadian Arctic for instrumentation and release. *Arctic*. 54(3): 299–304.
- R Development Core Team. 2019. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Richard, P.R. 2013. [Size and trend of the Cumberland Sound beluga whale population, 1990 to 2009](#). *DFO Can. Sci. Advis. Secr. Res. Doc.* 2012/159. iii + 28 p.
- Richard, P., Weaver, P., Dueck, L., and Baber, D. 1994. Distribution and numbers of Canadian High Arctic narwhals (*Monodon monoceros*) in August 1984. *Medd. Grønland, Biosci.* 39: 41–50.
-

- 
- Shuert, C.R., Marcoux, M., Hussey, N.E., Watt, C.A., and Auger-Methe, M. 2021. Assessing the post-release effects of capture, handling and placement of satellite telemetry devices on narwhal (*Monodon monoceros*) movement behaviour. *Conserv. Physiol.* 9(1). doi:10.1093/conphys/coaa128.
- Storrie, L., Hussey, N.E., MacPhee, S.A., O’Corry-Crowe, G., Iacozza, J., Barber, D.G., and Loseto, L.L. 2022a. Empirically testing the influence of light regime on diel activity patterns in a marine predator reveals complex interacting factors shaping behaviour. *Funct. Ecol.* 36(11): 2727–2741.
- Storrie, L., Hussey, N.E., MacPhee, S.A., O’Corry-Crowe, G., Iacozza, J., Barber, D.G., Nunes, A., and Loseto, L.L. 2022b. Year-round dive characteristics of male beluga whales from the Eastern Beaufort Sea population indicate seasonal shifts in foraging strategies. *Front. Mar. Sci.* 8: 715412. doi:10.3389/fmars.2021.715412.
- Sucunza, F., Danilewicz, D., Cremer, M., Andriolo, A., and Zerbini, A.N. 2018. Refining estimates of availability bias to improve assessments of the conservation status of an endangered dolphin. *PLoS ONE* 13(3): e0194213. doi:10.1371/journal.pone.0194213.
- Tuszynski, J. 2021. caTools: tools: moving window statistics, GIF, Base64, ROC AUC, etc.
- Watt, C.A., Hornby, C., et Hudson, J. 2020. [Estimation de l’abondance de narvals \(\*Monodon monoceros\*\) d’après le relevé aérien de la population du nord de la baie d’Hudson réalisé en 2018](#). *Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech.* 2020/073. iv + 16 p.

## TABLEAUX

*Tableau 1. Renseignements sur le déploiement des émetteurs pour les bélugas inclus dans la présente étude. Tous les individus équipés avec des émetteurs étaient des mâles. La méthode de capture indique si l'émetteur a été déployé selon la méthode de capture vivante (CV) ou de déploiement à distance (DD). La longueur du béluga n'était mesurée qu'avec la méthode de capture vivante. La date de début correspond à la date à laquelle l'émetteur a été activé et à laquelle on a commencé à recueillir des données. Dans certains cas il a fallu jusqu'à trois jours après l'apposition de l'émetteur, parce que la faible salinité des eaux estuariennes ne déclenchait pas le commutateur de conductivité.*

Année	Méthode de capture	PTT de l'émetteur	Longueur du béluga (m)	Type d'émetteur	Date de début	Date de fin	Durée de l'émetteur (jours uniques)
2018	CV	174965	4,20	SPLASH10-F-238	3 juillet 2018	2 janvier 2019	184
2018	CV	174967	4,70	SPLASH10-F-238	6 juillet 2018	19 juin 2019	349
2018	CV	174962	4,06	SPLASH10-F-238	8 juillet 2018	15 décembre 2018	161
2018	CV	174963	4,44	SPLASH10-F-238	8 juillet 2018	6 juillet 2019	335
2018	CV	174966	4,40	SPLASH10-F-238	8 juillet 2018	29 juin 2019	357
2018	CV	174969	4,25	SPLASH10-F-238	12 juillet 2018	19 décembre 2018	161
2019	CV	174972	4,20	SPLASH10-F-238	29 juin 2019	15 novembre 2019	140
2019	CV	174964	4,25	SPLASH10-F-238	30 juin 2019	3 août 2019	35
2019	CV	174976	4,06	SPLASH10-F-238	3 juillet 2019	21 août 2019	50
2019	CV	179901	4,20	SPLASH10-F-321	10 juillet 2019	16 septembre 2019	69
2019	DD	179902	S.O.	SPLASH10-F-321	13 juillet 2019	8 novembre 2019	30
2019	DD	179904	S.O.	SPLASH10-F-321	13 juillet 2019	28 juillet 2019	16
2019	DD	179899	S.O.	SPLASH10-F-321	13 juillet 2019	25 juillet 2019	13

Tableau 2. Données sommaires pour les plongées des bélugas selon les seuils de 1 m, 2 m et 5 m pour la définition d'une plongée. Le nombre de bélugas indique le nombre d'individus pour lesquels des données étaient disponibles pour l'analyse, le nombre de plongées est le nombre moyen de plongées par béluga, le temps en surface est la durée moyenne de la partie des plongées qui était au-dessus du seuil de plongée (en minutes), le temps de plongée est la durée moyenne de la partie des plongées qui était en dessous des seuils de plongée (en minutes), la proportion en surface était le temps en surface moyen divisé par la somme du temps en surface et en plongée, son écart type (ET), ainsi que le coefficient de variation (CV) du ratio de surface (calculé comme l'ET divisé par le ratio).

Profondeur (m)	Nombre de bélugas	Nombre de plongées	Temps en surface (min)	Temps en plongée (min)	Proportion à la surface $\pm$ ET	CV
Juillet						
1	13	1 173	4,29	5,96	0,424 $\pm$ 0,0880	0,208
2	13	1 113	4,53	6,15	0,429 $\pm$ 0,0798	0,186
5	13	995	5,10	6,54	0,440 $\pm$ 0,0526	0,120
Août						
1	10	912	4,52	7,88	0,376 $\pm$ 0,0993	0,264
2	10	889	4,89	7,90	0,388 $\pm$ 0,1170	0,302
5	10	850	5,39	8,09	0,398 $\pm$ 0,1167	0,293

Tableau 3. Données sommaires pour les plongées des bélugas selon les seuils de 1 m, 2 m et 5 m pour la définition d'une plongée pour la période de relevé de juillet (du 15 juillet au 2 août) et d'août (du 3 août au 27 août), et pour les zones côtières et extracôtières du relevé des bélugas de l'est de la mer de Beaufort (Figure 1). Le nombre de bélugas indique le nombre d'individus pour lesquels nous avons des données pour l'analyse, le nombre de plongées est le nombre moyen de plongées des bélugas, le ratio est le temps en surface moyen divisé par la somme du temps en surface et du temps en plongée, le facteur de correction est par rapport au ratio de surface et l'écart type (ET) du facteur de correction. Les facteurs de correction en gras sont recommandés pour le relevé de 2019 du MPO.

	1 m	2 m	5 m
<b>Juillet, zone côtière</b>			
Nombre de bélugas	6	6	6
Nombre de plongées	71	17	S.O.
Temps en surface (min)	6,74	11,25*	S.O.
Temps en plongée (min)	1,97	1,67*	S.O.
Proportion à la surface ± ET	0,703 ± 0,202	0,894 ± 0,153*	1 ± 0*
Correction instantanée ± ET	<b>1,56 ± 0,592</b>	1,15 ± 0,234*	1 ± 0*
<b>Juillet, zone extracôtière</b>			
Nombre de bélugas	8	8	8
Nombre de plongées	1 933	1 768	1 466
Temps en surface (min)	4,01	4,59	5,38
Temps en plongée (min)	5,47	5,63	6,14
Proportion à la surface ± ET	0,434 ± 0,0903	0,462 ± 0,0923	0,475 ± 0,105
Correction instantanée ± ET	2,42 ± 0,619	2,28 ± 0,575	2,21 ± 0,555
Disponibilité en surface (Laake) ± ET	0,480 ± 0,102	0,509 ± 0,106	0,516 ± 0,115
Correction non instantanée (Laake) ± ET	2,08 ± 0,583	1,97 ± 0,546	<b>1,94 ± 0,521</b>
<b>Août, zone extracôtière</b>			
Nombre de bélugas	4	4	4
Nombre de plongées	982	860	729
Temps en surface (min)	4,52	5,40	6,37
Temps en plongée (min)	7,64	7,88	8,40
Proportion à la surface ± ET	0,403 ± 0,176	0,424 ± 0,208	0,430 ± 0,212
Correction instantanée ± ET	2,81 ± 1,05	2,75 ± 1,11	2,72 ± 1,11
Disponibilité en surface (Laake) ± ET	0,442 ± 0,203	0,460 ± 0,232	0,462 ± 0,229
Correction non instantanée (Laake) ± ET	2,26 ± 0,984	2,17 ± 1,03	2,16 ± 1,02

\*Sur les six bélugas marqués présents dans les strates côtières en juillet, des profondeurs de plongée maximales de plus de 2 m ont été enregistrées pour trois individus et trois individus étaient seulement présents à des profondeurs inférieures à 2 m. Comme aucun des bélugas n'a plongé sous le seuil de 5 m, le ratio de surface et le facteur de correction instantané étaient de 1 et les écarts types connexes étaient de 0.

## FIGURES

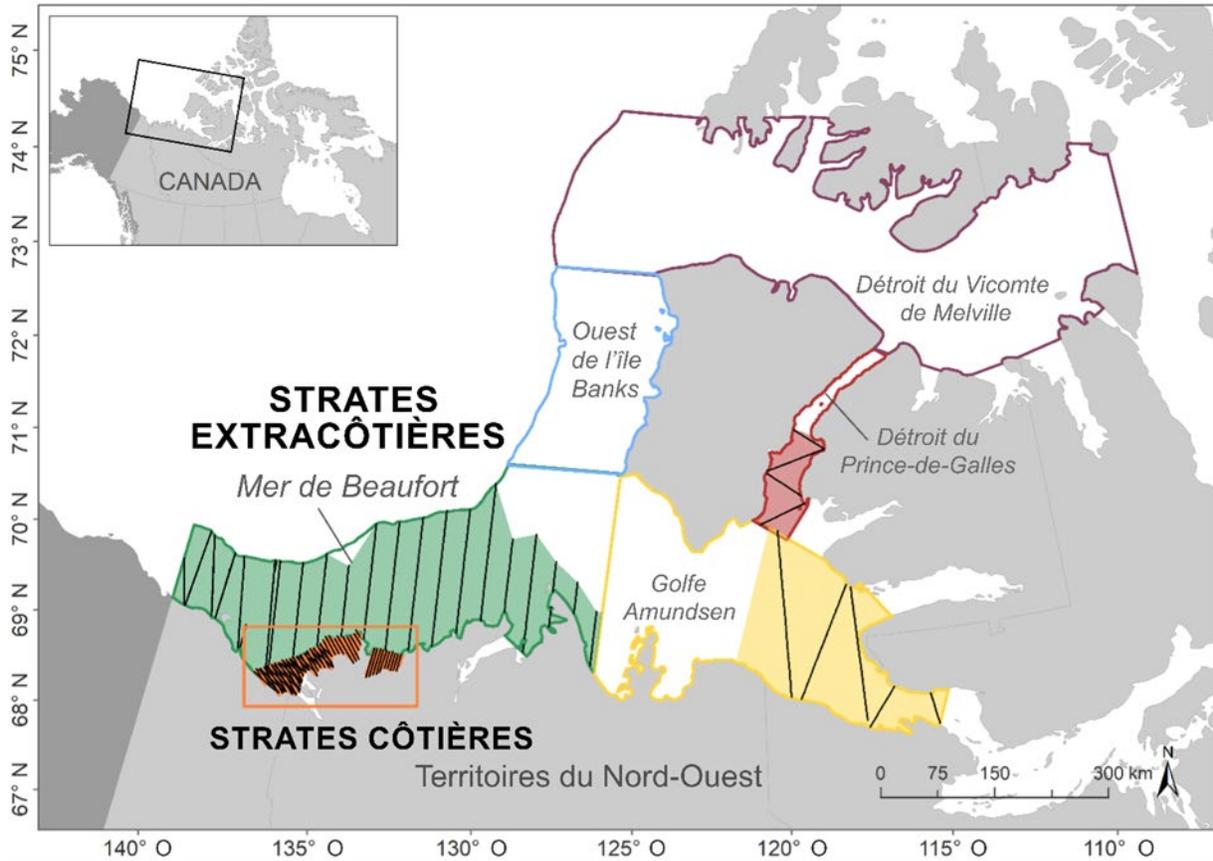


Figure 1. Carte des strates et des transects aériens (lignes noires) prévus (contours colorés) et réalisés (polygones ombrés) du relevé aérien de 2019 de la population de bélugas de l'est de la mer de Beaufort. Le relevé était divisé entre les strates côtières (dans la boîte orange) et extracôtières.



*Figure 2. Apposition d'un émetteur satellite SPLASH10-F-238 de Wildlife Computers sur la crête dorsale d'un béluga à l'île Hendrickson, dans les Territoires du Nord-Ouest, en juillet 2019. Source de la photo : Dennis Arey.*



*Figure 3. Apposition d'un émetteur satellite SPLASH10-F-321 de Wildlife Computers attachée à une tige d'implant transdermique sur la crête dorsale d'un béluga à l'île Hendrickson, dans les Territoires du Nord-Ouest, en juillet 2019. Source de la photo : Lisa Loseto.*



*Figure 4. Déploiement à distance d'un émetteur satellite SPLASH10-F-321 de Wildlife Computers, avec la poursuite (en haut, vue aérienne) et l'apposition de l'émetteur (au centre, point de vue du harponneur) par les chasseurs inuvialuits de bélugas, Dennis Arey et Dwayne Benoit. On voit aussi l'émetteur qui fait surface (flèche rouge, en bas) derrière l'animal. Sources des photos : Greg Elias (en haut, en bas) et Dwayne Benoit (au centre).*



*Figure 5. Le prototype d'ancre à tête mobile Inuvik Dart de Wildlife Computers est monté sur une perche télescopique en aluminium et fixé à un émetteur SPLASH10-F-321 de Wildlife Computers. Source de la photo : Lisa Loseto.*

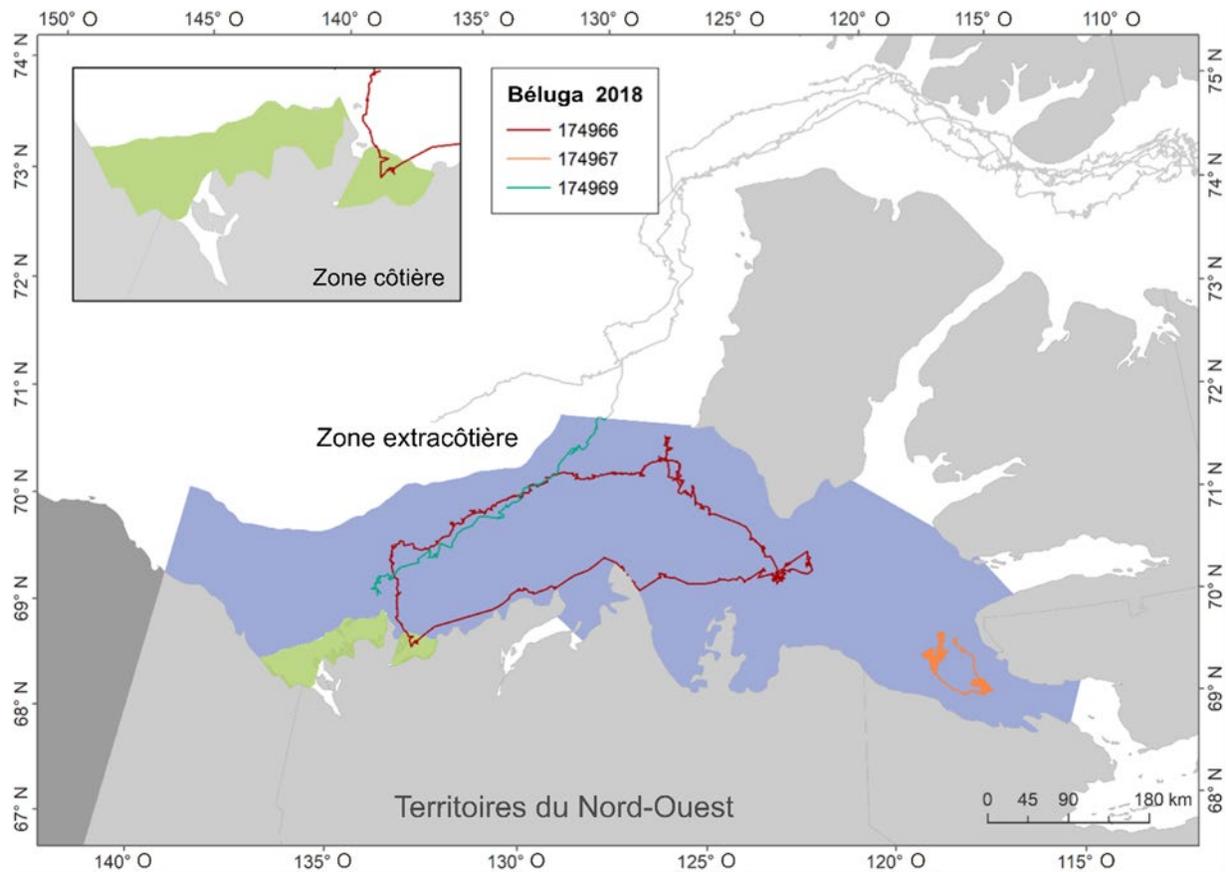


Figure 6. Emplacement des bélugas équipés avec des émetteurs satellite en 2018 pendant la période de relevé de juillet (du 15 juillet au 2 août) superposé sur les strates du relevé aérien pour estimer la taille de la population de bélugas de l'est de la mer de Beaufort.

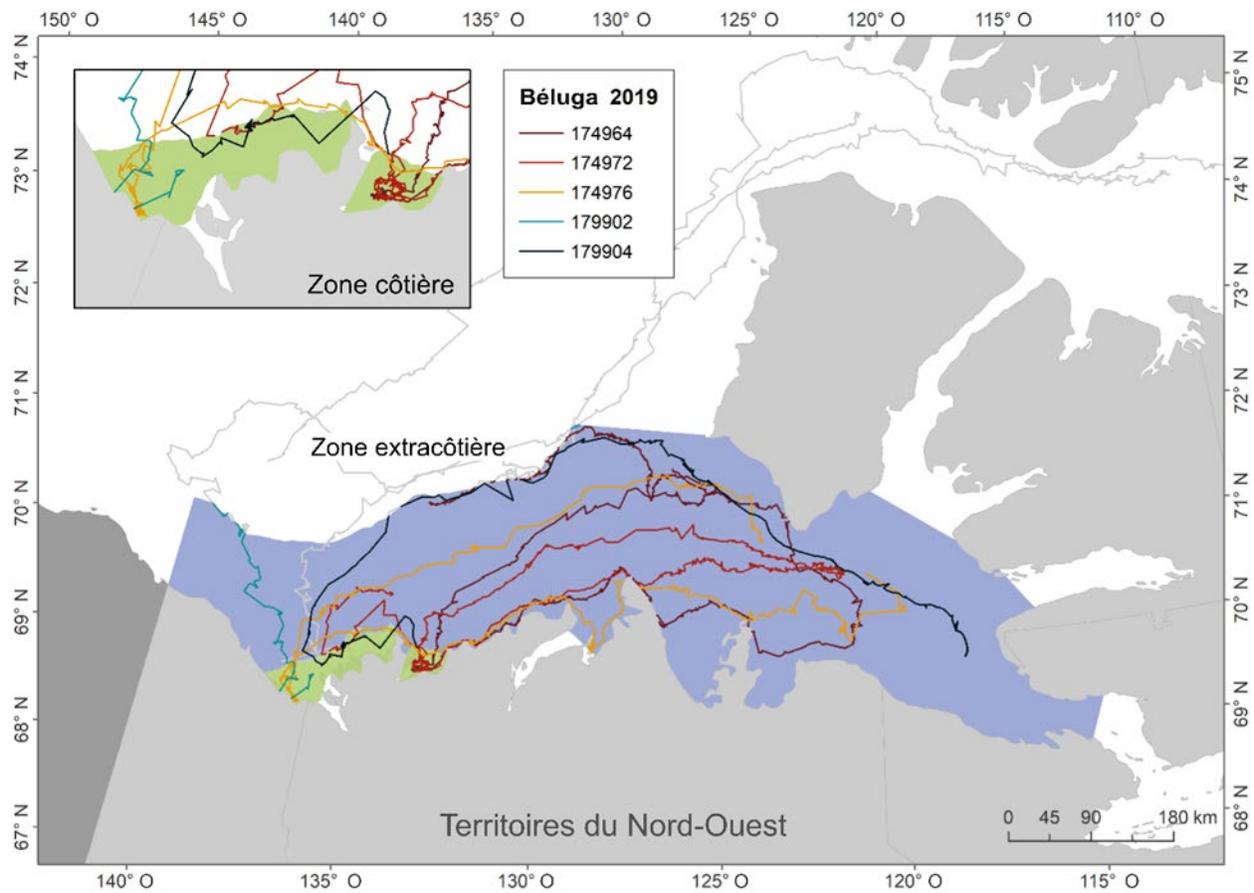


Figure 7. Emplacement des bélugas équipés avec des émetteurs satellite en 2019 pendant la période de relevé de juillet (du 15 juillet au 2 août) superposé sur les strates du relevé aérien pour estimer la taille de la population de bélugas de l'est de la mer de Beaufort.

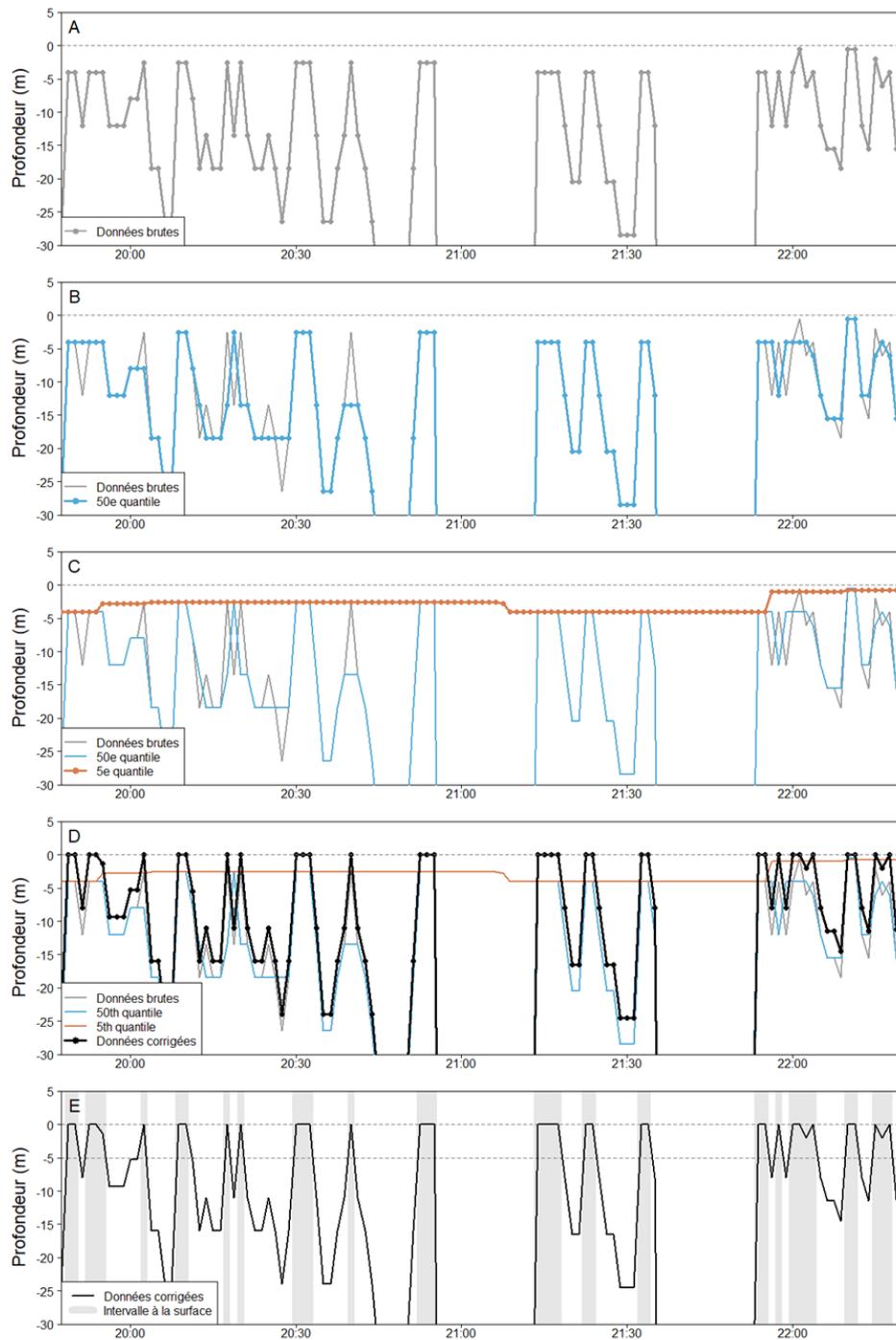


Figure 8. Exemple de profil de plongée et de correction du passage à zéro pour le béluga équipé de l'émetteur PTT 174962. Un sous-ensemble de 2,5 heures et les 30 premiers mètres du profil sont présentés afin de mieux représenter la proportion de temps en surface. A) données brutes; B) données brutes de A filtrées avec un créneau mobile du 50<sup>e</sup> quantile (médiane) de 225 s (3 échantillons); C) données de B filtrées avec un créneau mobile du 5<sup>e</sup> quantile de 30 minutes (24 échantillons); D) données corrigées obtenues en soustrayant les données filtrées en C des données filtrées en B; E) détection des intervalles de surface en fonction d'un seuil de 5 m. Les lignes horizontales grises tirées à 0 m et 5 m représentent la surface de l'eau et le seuil pour la définition d'une plongée, respectivement.

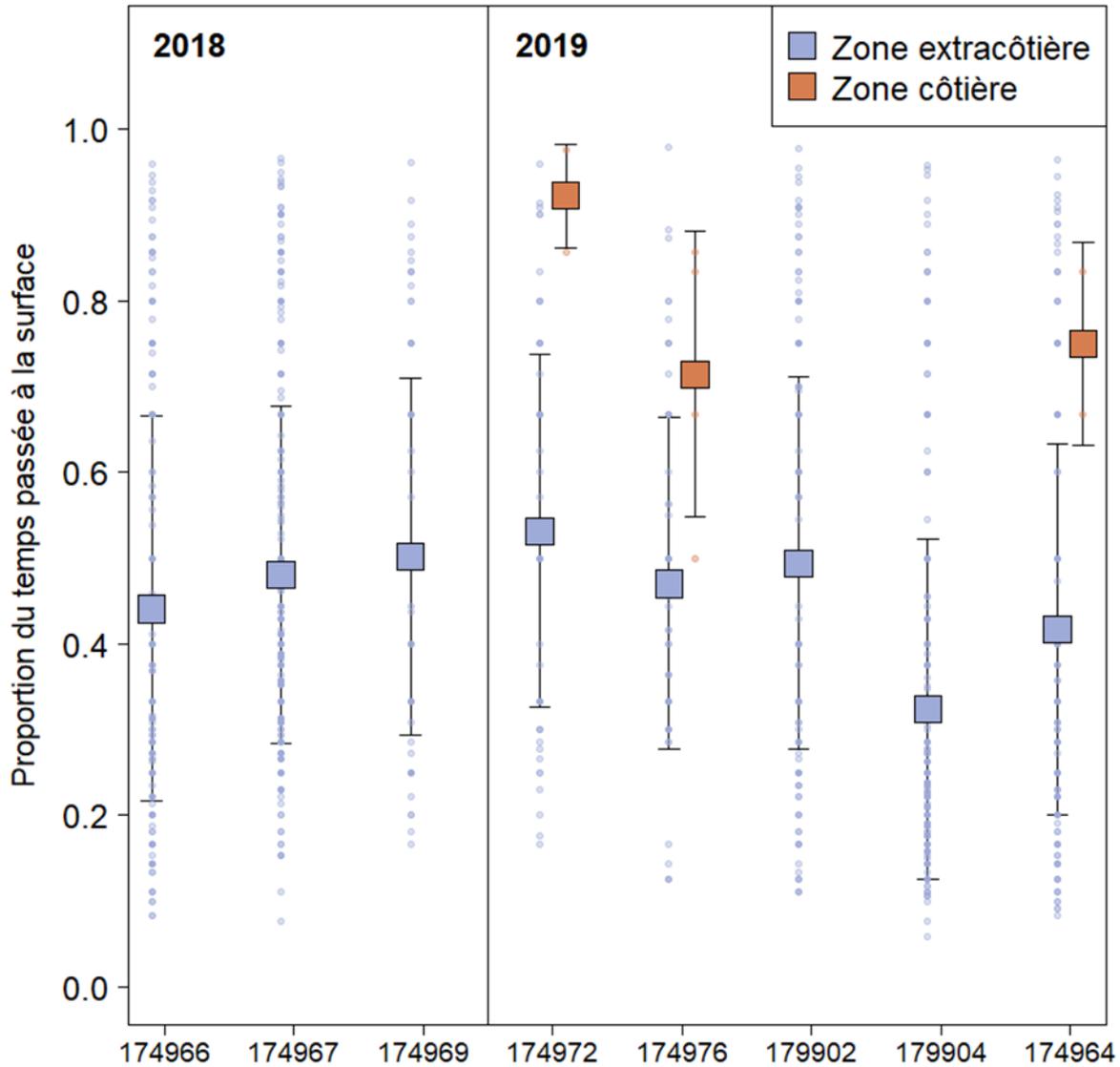


Figure 9. Proportion du temps que les bélugas équipés d'émetteurs qui enregistreraient la durée et la profondeur des plongées en 2018 et 2019 ont passée en surface (définition du seuil de plongée de 2 m) dans les zones côtières (en bleu) et extracôtières (en orange) du relevé 2019 des bélugas de l'est de la mer de Beaufort. Les carrés représentent la moyenne, les barres d'erreur indiquent l'écart type et les points indiquent les données brutes. Il n'y avait pas suffisamment de données de plongée enregistrées à proximité temporelle d'un emplacement pour estimer la proportion de temps pour les strates côtières en 2018, et il n'y avait des données que pour trois bélugas dans les strates côtières en 2019.

## ANNEXE A

Tableau A1. Statistiques sur les plongées de huit bélugas équipés d'émetteurs qui enregistraient la durée et la profondeur des plongées dans l'est de la mer de Beaufort au cours de la période de juillet (du 15 juillet au 2 août) qui ont visité les zones côtières du relevé 2019 des bélugas de l'est de la mer de Beaufort réalisé par le MPO. Les plongées ont été définies selon un seuil de 1 m, 2 m et 5 m. S et P indiquent le temps moyen en surface et en plongée, en minutes. R indique le ratio moyen du temps que chaque individu a passé près de la surface de l'eau et Nbre P indique le nombre de plongées pour chaque catégorie.

Année	PTT	1 m				2 m				5 m			
		S	P	R	Nbre P	S	P	R	Nbre P	S	P	R	Nbre P
2018	174967	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	174966	1,25	2,08	0,375	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	174969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	174972	9,13	1,51	0,858	24	25,00	1,25	0,952	7	-	-	-	-
	174964	7,88	1,35	0,853	12	4,38	1,25	0,778	4	-	-	-	-
	174976	5,47	2,57	0,680	17	4,38	2,50	0,636	6	-	-	-	-
	179902	3,33	2,50	0,571	4	-	-	-	-	-	-	-	-
	179904	13,38	1,82	0,880	11	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau A2. Statistiques sur les plongées de huit bélugas équipés d'émetteurs qui enregistreraient la durée et la profondeur des plongées dans l'est de la mer de Beaufort au cours de la période de juillet (du 15 juillet au 2 août) qui ont visité les zones extracôtières du relevé 2019 des bélugas de l'est de la mer de Beaufort réalisé par le MPO. Les plongées ont été définies selon un seuil de 1 m, 2 m et 5 m. S et P indiquent le temps moyen en surface et en plongée, en minutes. R indique le ratio moyen du temps que chaque individu a passé près de la surface de l'eau et Nbre P indique le nombre de plongées pour chaque catégorie.

Année	PTT	1 m				2 m				5 m			
		S	P	R	Nbre P	S	P	R	Nbre P	S	P	R	Nbre P
2018	174967	6,45	7,63	0,458	526	6,68	7,74	0,463	514	7,20	8,13	0,470	478
	174966	3,67	5,78	0,388	298	4,56	6,20	0,424	256	5,41	6,99	0,437	200
	174969	3,03	3,70	0,450	97	3,96	3,51	0,530	90	5,23	3,93	0,571	58
2019	174972	3,31	3,62	0,478	95	4,40	3,67	0,546	76	5,16	5,17	0,500	38
	174964	3,05	4,91	0,383	255	3,28	5,08	0,392	233	3,31	5,02	0,398	208
	174976	5,29	3,95	0,572	120	5,37	4,74	0,531	78	4,98	5,20	0,489	64
	179902	3,63	4,01	0,475	212	4,34	3,77	0,535	204	7,27	4,10	0,640	124
	179904	3,66	10,19	0,264	330	4,11	10,37	0,284	317	4,48	10,62	0,297	296

Tableau A3. Statistiques sur les plongées de huit bélugas équipés d'émetteurs qui enregistreraient la durée et la profondeur des plongées dans l'est de la mer de Beaufort au cours de la période d'août (du 3 au 27 août) qui ont visité les zones extracôtières du relevé 2019 des bélugas de l'est de la mer de Beaufort réalisé par le MPO. Les plongées ont été définies selon un seuil de 1 m, 2 m et 5 m. S et P indiquent le temps moyen en surface et en plongée, en minutes. R indique le ratio moyen du temps que chaque individu a passé près de la surface de l'eau et Nbre P indique le nombre de plongées pour chaque catégorie.

Année	PTT	1 m				2 m				5 m			
		S	P	R	Nbre P	S	P	R	Nbre P	S	P	R	Nbre P
2018	174967	6,38	8,91	0,417	315	5,47	7,90	0,409	385	4,91	7,28	0,403	441
	174966	4,89	10,32	0,322	304	4,61	10,06	0,314	319	4,54	10,09	0,310	320
	174969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	174972	3,49	10,43	0,250	24	3,49	10,43	0,250	24	3,49	10,43	0,250	24
	174964	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	174976	10,71	3,93	0,732	86	8,03	3,11	0,721	132	5,14	2,78	0,649	197
	179902	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	179904	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-