

Fisheries and Oceans Canada

Sciences des écosystèmes et des océans

es Ecosystems and Oceans Science

#### Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)

#### Document de recherche 2020/063

Région de la capitale nationale

#### Abondance, démographie et résidence de la baleine noire de l'Atlantique Nord dans le sud du golfe du Saint-Laurent, d'après les relevés aériens ciblés

Tim V.N. Cole, Leah M. Crowe, Peter J. Corkeron, et Angelia S.M. Vanderlaan

Northeast Fisheries Science Center National Marine Fisheries Service National Oceanic and Atmospheric Administration 166 Water Street Woods Hole, MA 02543, États-Unis



#### **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 de consultation scientifique 200, rue Kent Ottawa (Ontario) K1A 0E6

> http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/ csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2020 ISSN 2292-4272

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

Cole, T.V.N., Crowe, L.M., Corkeron, P.J., et Vanderlaan, A.S.M. 2020. Abondance, démographie et résidence de la baleine noire de l'Atlantique Nord dans le sud du golfe du Saint-Laurent, d'après les relevés aériens ciblés. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2020/063. iv + 14 p.

#### Also available in English :

Cole, T.V.N., Crowe, L.M., Corkeron, P.J., and Vanderlaan, A.S.M. 2020. North Atlantic right whale abundance, demography and residency in the southern Gulf of St. Lawrence derived from directed aerial surveys. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2020/063. iv + 13 p.

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉIV
INTRODUCTION1
MATÉRIEL ET MÉTHODES
ANALYSES DE MARQUAGE-RECAPTURE
RÉSULTATS
DISCUSSION
CONCLUSIONS
REMERCIEMENTS
RÉFÉRENCES CITÉES
ANNEXE

## RÉSUMÉ

Au cours des étés 2015, 2017 et 2018, nous avons utilisé la photo-identification aérienne pour obtenir des estimations de la taille du stock, de l'abondance et du temps de résidence des baleines noires de l'Atlantique Nord (*Eubalaena glacialis*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Les vols ont été effectués sur quatre jours en 2015, 15 jours en 2017 et 26 jours en 2018. La concordance préliminaire avec le catalogue des baleines noires de l'Atlantique Nord a permis d'identifier un total de 153 individus, dont 144 ont été appariés à des individus catalogués et, sur les neuf qui ne l'ont pas été, quatre étaient des baleineaux nés l'année précédente. Les proportions par sexe et classe d'âge que nous avons relevées dans le golfe du Saint-Laurent ne différaient pas vraiment de celles observées dans l'ensemble de la population de l'Atlantique Nord. D'après les individus identifiés dont le sexe est connu, les mâles adultes représentaient de 48,6 à 55,9 % des animaux observés chaque année, les femelles adultes de 23,5 à 28,2 %, les mâles juvéniles de 8,4 à 12,4 %, et les femelles juvéniles de 4,6 à 9,5 %. Les techniques de marquage-recapture appliquées à la capture photographique des individus dans la zone d'étude en 2017 et 2018 ont donné des estimations de l'abondance de 111 et 132 baleines, respectivement, avec peu d'individus non détectés et une résidence prolongé apparent.

### INTRODUCTION

Les baleines noires de l'Atlantique Nord (*Eubalaena glacialis*) ont disparu de l'est de l'océan Atlantique après des siècles de chasse à la baleine (National Marine Fisheries Service 2005), mais il reste une population le long de la côte Est du Canada et des États-Unis. Une estimation récente d'environ 458 baleines en 2015 (Pace *et al.* 2017) place cette espèce parmi les espèces de baleines les plus menacées de disparition au monde. La population augmente lentement depuis que la surveillance a commencé au début des années 1980 (Pace *et al.* 2017). Cependant, les changements dans l'occupation des régions côtières par les baleines noires depuis 2010 (Davis *et al.* 2018) ont été accompagnés d'une augmentation de la mortalité et d'une diminution de la production de baleineaux (Corkeron *et al.* 2018). Le résultat net est que la population est maintenant en déclin (Pace *et al.* 2017). Entre 1970 et 2009, 80 % (70 sur 87) des carcasses de baleines noires examinées ont permis de constater que la cause immédiate de la mort était d'origine anthropique, soit l'empêtrement dans un engin de pêche fixe ou une collision avec un navire (van der Hoop *et al.* 2013). Il est donc essentiel de déterminer où et quand les baleines noires sont exposées à ces menaces pour assurer la conservation de l'espèce.

Au printemps 2013, les relevés aériens effectués par la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) ont permis d'observer un faible nombre de baleines noires dans le Grand chenal Sud du golfe du Maine, un changement important pour un habitat qui accueillait auparavant une grande proportion de la population chaque année (Khan *et al.* 2014). La NOAA a alors décidé de mener des relevés aériens de la baleine noire afin de vérifier d'autres habitats potentiels, notamment le plateau néo-écossais et le golfe du Saint-Laurent (Cole et Henry 2015; Cole *et al.* 2016). À la suite de la découverte d'un grand nombre de baleines noires dans les eaux du large du golfe du Saint-Laurent en 2015, l'équipe des relevés de la NOAA est retournée dans la région en 2017 et 2018 pour évaluer plus en détail cette composante de la population.

Dans ce document, nous présentons les résultats des efforts de photo-identification déployés par la NOAA pendant trois étés et examinons la taille du stock, la résidence, l'hétérogénéité des captures photographiques et l'abondance des baleines noires dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

# MATÉRIEL ET MÉTHODES

## **COLLECTE DE DONNÉES**

Notre principale zone d'étude dans le sud du golfe du Saint-Laurent se situait à 47°00' N et 49°00' N, entre 062°00' O et 065°00' O. Nos relevés ont été effectués à 185 km/h et 305 m d'altitude dans un de Havilland DHC-6 Twin Otter équipé d'un réservoir de carburant auxiliaire pour fournir une autonomie de 5 à 6 h. Les relevés étaient habituellement réalisés par deux observateurs principaux postés à de grandes coupoles d'observation de chaque côté de l'avion, un enregistreur de données et un observateur auxiliaire à une petite fenêtre située à l'arrière de la cabine. Les conditions environnementales, y compris l'état de la mer, la couverture nuageuse, la visibilité et la qualité globale des conditions d'observation pour la détection visuelle des grandes baleines, étaient enregistrées durant les efforts déployés pendant les relevés systématiques et durant les déplacements jusqu'aux zones d'étude au large et en provenance de celles-ci. Les relevés ont été effectués dans des zones et pendant des périodes de bonne visibilité (au moins 3,7 km) et de vents faibles (de préférence moins de 5 m/s). Nous cherchions et enregistrions seulement les observations de grandes baleines, c'est-

à-dire toutes celles qui sont plus grosses qu'un petit rorqual de l'Atlantique Nord (*Balaenoptera acutorostrata*). Lorsque nous apercevions une baleine, nous mesurions sa déclinaison à partir de l'avion, à l'aide de barres hachurées espacées verticalement sur les coupoles d'observation, lorsqu'elle était perpendiculaire à notre trajectoire de vol. Si l'animal observé était une baleine noire, nous quittions la trajectoire pour survoler la baleine afin d'obtenir des images verticales des callosités et d'identifier l'individu. Si d'autres baleines noires étaient observées dans la zone, nous continuions à voler en rond jusqu'à ce que nous ayons obtenu des images de tous les individus que nous avions pu trouver, puis nous reprenions notre trajectoire de vol et la couverture du relevé.

### IDENTIFICATION PHOTOGRAPHIQUE

Les baleines noires ont sur la tête des plaques irrégulières de tissus épaissis et kératinisés appelées callosités. Les motifs de ces callosités sont uniques à chaque individu et stables dans le temps (Kraus *et al.* 1986). La colonisation des callosités par des cyamidés de couleur pâle, un amphipode commensal, met en évidence les motifs des callosités des baleines et les rend visibles à partir d'un avion. Nous avons comparé les images que nous avons recueillies sur les callosités des baleines noires au catalogue des baleines noires de l'Atlantique Nord. Il s'agit d'un répertoire de toutes les photographies de baleine noire prises par un consortium d'équipes des relevés et d'organisations travaillant dans l'ensemble de l'aire de répartition des baleines noires de nombreux cas, le sexe, l'âge et la généalogie des individus. Les baleines noires sont considérées comme adultes lorsqu'elles donnent naissance pour la première fois ou à l'âge de 9 ans.

Nous avons utilisé les données démographiques du catalogue pour compiler les proportions par sexe et classe d'âge des baleines présentes dans le golfe du Saint-Laurent. Nous avons comparé ces proportions à celles de l'ensemble de la population de l'Atlantique Nord, telles qu'enregistrées dans le catalogue à la fin de 2017 (Hamilton, comm. pers.).

Nous avons défini la taille du stock du sud du golfe du Saint-Laurent comme étant le nombre total d'individus uniques identifiés à partir des images recueillies au cours des trois étés de l'effort de relevé aérien. Une courbe de découverte a été créée afin d'évaluer nos progrès dans la capture photographique de tous les individus dans la zone d'étude.

## ANALYSES DE MARQUAGE-RECAPTURE

Les données photographiques de marquage-recapture recueillies en 2017 et 2018 ont permis d'analyser la résidence, l'hétérogénéité des captures photographiques et l'abondance. Nous avons défini la résidence dans le golfe du Saint-Laurent comme le nombre de jours entre la première et la dernière capture photographique d'un individu au cours de chaque année de relevé. Les individus repérés lors d'un seul relevé par année ont été exclus. Pour évaluer l'hétérogénéité des captures photographiques, nous avons calculé et arrondi au jour le plus proche le temps écoulé entre les observations suivantes d'un individu une même année pour tous les animaux observés plus d'un jour de relevé. Si une baleine était aperçue plus d'une fois un jour de relevé, nous conservions la première observation. Nous avons en outre compilé le nombre de jours de relevé où un individu a été observé chaque année.

Nous avons défini l'abondance comme le nombre de baleines présentes dans la zone d'étude à un moment donné pendant nos relevés. Pour calculer l'abondance des baleines noires, nous avons divisé les périodes d'étude en périodes d'échantillonnage en fonction des interruptions naturelles dans la période du relevé. Nous avons ainsi obtenu les trois périodes suivantes en 2017 : du 23 au 29 juin, du 5 au 10 juillet, et du 19 au 29 juillet. Il y a eu cinq périodes pour 2018 : du 4 au 17 juin, du 26 juin au 7 juillet, du 11 au 21 juillet, du 27 juillet au 3 août, et du 6 au 12 août. À l'aide d'un modèle ouvert de Jolly-Seber dans le progiciel mra R (Amstrup *et al.* 2005), pour les deux années, nous avons comparé plusieurs modèles de marquage-recapture, exécutés en utilisant la probabilité maximale :

1) un modèle de base (probabilités constantes de capture photographique, de survie et probabilités d'entrée dans la population à l'étude);

2) un modèle avec une probabilité de capture variable dans le temps;

3) un modèle avec une probabilité de survie variable dans le temps;

4) un modèle avec une probabilité d'entrée variable dans le temps et des probabilités de capture et de survie variables; et

5) un modèle avec des probabilités de capture et d'entrée variables.

# RÉSULTATS

# ACTIVITÉS DE RELEVÉ

En 2015, nous avons effectué quatre vols sur quatre jours en août, totalisant 11 h d'effort dans la zone d'étude du sud du golfe du Saint-Laurent (Figure 1). Ces relevés ciblaient la façade ouest du sud du golfe du Saint-Laurent, en fonction des conseils d'experts. Cette zone présente des caractéristiques océanographiques et bathymétriques potentiellement attrayantes pour les baleines noires, ainsi qu'un historique d'observations fortuites de baleines noires dans les zones côtières avoisinantes (Brown et Taggart, comm. pers.). En 2017, nous avons effectué 21 vols sur 15 jours entre le 22 juin et le 29 juillet, pour un total de 75 heures d'effort de relevé ciblant les regroupements de baleines noires et la recherche de carcasses dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Durant cette période, nous avons également étudié d'autres parties du golfe du Saint-Laurent et du plateau néo-écossais pour vérifier les habitats potentiels de la baleine noire selon les parcelles de densité énergétique des copépodes (Johnson et Plourde, comm. pers.). En 2018, tous nos vols ciblaient les regroupements de baleines noires de saleines noires dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Nous avons effectué 27 vols sur une période de 26 jours entre le 4 juin et le 12 août, pour un total de 115 h dans la zone d'étude.

## TAILLE DU STOCK ET DÉMOGRAPHIE

Au total, 153 baleines noires ont été identifiées à partir de nos photographies aériennes prises au cours des trois étés. La concordance préliminaire avec le catalogue a permis d'identifier 144 individus catalogués et neuf autres individus, dont guatre étaient des baleineaux nés l'année précédente qui n'avaient pas encore été ajoutés au catalogue. Nous avons photographié 34 baleines en 2015, 105 en 2017 et 131 en 2018 (Tableau 1). Vingt animaux observés en 2015 l'ont été de nouveau en 2017, 22 observés en 2015 l'ont été de nouveau en 2018, 94 observés en 2017 l'ont été de nouveau en 2018, et 19 ont été repérés au cours des trois années de relevé. Notre taux global de découverte de nouveaux individus était élevé en 2015, en 2017 et au début de 2018, mais s'est stabilisé le 19 juillet 2018 (Figure 2a). Un nouvel animal a été observé lors du dernier relevé (12 août 2018). Dans l'ensemble, de nouveaux mâles ont été repérés lors de la plupart des relevés, ce taux avant diminué le 19 juillet 2018, avant qu'un autre ait été apercu lors du dernier relevé. L'observation supplémentaire de nouveaux animaux de sexe inconnu s'est stabilisée à peu près au même moment, le 16 juillet 2018. Aucune nouvelle femelle connue n'a été découverte après le 5 juillet 2018 (Figure 2b). Même s'il n'y a pas eu d'afflux observé de nouvelles femelles connues dans cette zone d'étude après le 5 juillet, des mâles et des femelles ont été vus lors de chaque relevé. Les mâles adultes représentaient de 48.6 à 55.9 % des animaux observés chaque année, les femelles adultes de 23,5 à 28,2 %, les mâles juvéniles de 8,4 à 12,4 %, et les femelles juvéniles de 4,6 à 9,5 % (Tableau 1). Les proportions par sexe et classe d'âge que nous avons relevées dans le golfe du Saint-Laurent ne différaient pas vraiment de celles observées dans l'ensemble de la population de l'Atlantique Nord. Les renseignements détaillés sur l'observation sont présentés dans les documents supplémentaires (S2 et S3).

# RÉSIDENCE, HÉTÉROGÉNÉITÉ DES CAPTURES ET ABONDANCE

Les temps de résidence en 2017 et en 2018 variaient entre une journée et toute la durée des périodes de relevé. La distribution des temps de résidence était faussée en faveur des périodes plus longues (Figure 3). En 2018, 74 % des individus ont été vus au-delà du maximum de 36 jours observé pendant la saison 2017. Le nombre de jours entre les observations subséquentes d'individus était en moyenne de huit jours civils en 2017 et de dix jours civils en 2018. En 2018, une baleine a été repérée uniquement lors des premier et dernier

relevés (Figure 4a). En 2017, 68 % des animaux ont été photographiés plus d'un jour de relevé, mais ce chiffre est passé à 96 % en 2018 (Figure 4b).

Les détails des résultats du modèle de Jolly-Seber sont présentés dans les documents supplémentaires (S3–S7). Le modèle de Jolly-Seber le mieux adapté, d'après la valeur du critère d'information Akaike (S3), était un modèle dont la probabilité de capture photographique variait dans le temps. L'estimation de la survie était élevée pour ce modèle (0,853), et la probabilité d'entrer dans la population à l'étude était faible (0,205 et modérément incertaine; écart-type de 0,0728). La probabilité de capture photographique variait considérablement entre les trois périodes (S4). Selon le modèle, environ six baleines (n = 5,71, écart-type = 5,360) sont entrées dans la population sans être détectées, et l'abondance estimée pour 2017 était de 111 individus (n observé = 105 + n non détecté estimé = 6).

Les modèles de Jolly-Seber qui convenaient le mieux, d'après les valeurs du critère d'information Akaike (S5), étaient le modèle de base et le modèle avec une probabilité variable dans le temps d'entrer dans la population à l'étude. Les estimations de la survie et de la probabilité de détection étaient élevées pour les deux modèles (0,977 et 0,713 pour le modèle de base, 0,973 et 0,732 pour le modèle avec entrée variable dans le temps). Les probabilités d'entrée dans la population à l'étude étaient faibles et de grandes incertitudes entouraient les estimations (S6). Les deux modèles ont estimé qu'environ une baleine est entrée dans la population sans être détectée (*n* du modèle de base = 1,38, écart-type = 1,605; *n* du modèle avec entrée variable dans le temps = 1,132, écart-type= 1,420; S7), et l'estimation de l'abondance pour 2018 était de 132 baleines (*n* observé = 131 + *n* non détecté estimé = 1).

### DISCUSSION

Nos relevés aériens ciblant les baleines ont permis d'observer 153 baleines noires dans le golfe du Saint-Laurent au cours de trois étés, soit un peu plus du tiers de la population de l'Atlantique Nord. La courbe de découverte des individus s'est stabilisée vers le milieu de la période du relevé de 2018. L'effort photographique intensif de 2018 a permis de photographier 131 des 132 individus estimés présents dans la zone du relevé. Même si la zone était limitée, nous n'avons pas actuellement connaissance d'animaux observés dans d'autres parties du golfe du Saint-Laurent qui n'ont pas été repérés dans notre zone de relevé. Ce résultat, combiné au taux élevé de retour des individus des années précédentes, indique que seule une composante de la population de l'Atlantique Nord utilise actuellement le golfe du Saint-Laurent.

Les données démographiques des baleines noires identifiées dans le golfe du Saint-Laurent ne différaient pas vraiment de celles observées dans l'ensemble de la population de l'Atlantique Nord. Les proportions de mâles par rapport aux femelles et d'adultes par rapport aux juvéniles observées dans le golfe du Saint-Laurent étaient semblables à celles dans le catalogue, qui relevait les baleines noires encore vivantes à la fin de 2017. Par conséquent, il est peu probable que le golfe du Saint-Laurent joue un rôle particulier pour un sexe ou une classe d'âge précis, comme une aire d'élevage ou d'accouplement.

La résidence des individus, que nous avons défini comme le nombre de jours entre la première et la dernière capture photographique d'une baleine chaque année, était faussé en faveur de la durée des périodes d'échantillonnage en 2017 et 2018. Cependant, les écarts dans l'observation des individus s'étendaient sur la durée des périodes d'échantillonnage. En 2017 et en 2018, une baleine a été repérée uniquement lors des premier et dernier relevés, avec des écarts de 36 et 62 jours, respectivement. Il semble probable que les individus dont les observations sont séparées par des périodes plus longues aient quitté notre zone d'échantillonnage, mais la distance ou la nature de leur déplacement ne peut être déduite des données d'observation. À titre anecdotique, une baleine a été photographiée un jour à 50 km de l'endroit où elle l'avait été la veille. Quelques individus observés dans le sud du golfe du Saint-Laurent ont également été repérés par des chercheurs dans le nord du golfe du Saint-Laurent durant les périodes d'étude de 2017 et 2018 (Ramp, comm. pers.). Vanderlaan (2010) a constaté que les baleines noires peuvent pénétrer dans d'importants habitats de baleines noires, notamment la baie de Fundy, le bassin Roseway, la baie du cap Cod, le Grand chenal du Sud et le golfe du Maine, les quitter et y retourner.

Nos estimations de l'abondance pour 2017 et 2018 étaient de 111 et 132 animaux, respectivement. La sélection du modèle de Jolly-Seber différait pour les deux années. En 2017, le modèle choisi incluait une probabilité de capture photographique variable dans le temps, tandis que pour 2018, les modèles sélectionnés étaient un modèle avec des probabilités constantes de capture, de survie et d'entrée dans la population à l'étude, et un modèle avec une probabilité d'entrée dans la population à l'étude variable dans le temps. En 2017, nos activités de relevés aériens ont couvert une plus grande superficie dans le sud du golfe du Saint-Laurent qu'en 2018, et étaient divisées entre les vols ciblant les regroupements de baleines noires et les recherches de carcasses. La répartition apparente des regroupements de baleines noires était également plus étendue en 2017, et un groupe que nous avons observé à 70 km à l'est des principales zones de regroupement cette année-là était composé d'individus qui ne sont pas apparus dans nos observations à l'ouest. En 2018, nous avons consacré un nombre d'heures semblable à l'effort, mais sur une période plus longue. Notre couverture était presque exclusivement axée sur les zones de regroupement établies, avec seulement de brèves incursions pour vérifier les zones où nous avions vu des groupes en 2017.

Les taux de capture photographique entre les individus étaient hétérogènes, ce qui a pu fausser nos estimations de l'abondance. En 2017, les individus n'ont été photographiés le plus souvent qu'une seule fois chaque jour, mais la plupart d'entre eux l'ont été plusieurs jours. Une baleine a été photographiée 10 jours différents. En 2018, la fréquence de photographie des individus avait une distribution normale, les animaux étant le plus souvent capturés six jours et au plus 14 jours différents.

### CONCLUSIONS

Cette étude ne représente pas l'étendue complète de la présence de baleines noires dans le sud du golfe du Saint-Laurent, mais les résultats obtenus ici dénotent des déplacements à l'intérieur et à l'extérieur de cette région tout au long de l'été, l'hétérogénéité des captures photographiques des individus et un taux élevé de retour entre les saisons.

### REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout particulièrement les personnes qui ont recueilli les données, notamment Peter Duley, Allison Henry, Alison Ogilvie, Delphine Morin, Hannah Mark et Marjorie Doremus-Foster. Nous remercions aussi les pilotes de la NOAA et le Aircraft Operation Center, ainsi que Chris Taggart, Moe Brown, Hansen Johnson, Kim Davies, Philip Hamilton, Stephane Plourde et Catherine Johnson pour leurs conseils avisés. Nous sommes reconnaissants de la collaboration dans le cadre du catalogue des baleines noires de l'Atlantique Nord et du Right Whale Consortium.

### **RÉFÉRENCES CITÉES**

Amstrup, S.C., McDonald, T.L., and Manly, B.F.J. 2005. Handbook of Capture-Recapture Analysis. Princeton University Press.

- Cole, T.V.N., Henry, A.G. 2015. Scotian Shelf Right Whale Aerial Survey Project July 18-30, 2014. US Dept Commer, Northeast Fish Sci Cent Ref Doc. 15-09; 8 p. doi: 10.7289/V5MK69VR
- Cole, T.V.N., Duley, P., Foster, M., Henry, A., Morin, D.D. 2016. 2015 Right Whale aerial surveys of the Scotian Shelf and Gulf of St. Lawrence. US Dept Commer, Northeast Fish Sci Cent Ref Doc. 16-02; 9 p.
- Davis, G.E., Baumgartner, M. F., Bonnell, J. M., Bell, J., Berchok, C., Bort Thornton, J., Brault, S., Buchanan, G., Charif, R. A., Cholewiak, D., Clark, C. W., Corkeron, P., Delarue, J., Dudzinski, K., Hatch, L., Hildebrand, J., Hodge, L., Klinck, H., Kraus, S., Martin, B., Mellinger, D., Moors-Murphy, H., Nieukirk, S., Nowacek, D., Parks, S., Read, A., Rice, A., Risch, D., Širović, A., Soldevilla, M., Stafford, K., Stanistreet, J., Summers, E., Todd, S., Warde, A., and Van Parijs, S. 2017. Long-term passive acoustic recordings track the changing distribution of North Atlantic right whales (*Eubalaena glacialis*) from 2004 to 2014. Scientific Reports volume 7, Article number: 13460.
- Kraus, S.D., Moore, K.E., Price, C.A., Crone, M.J., Watkins, W.A., Winn, H.E., and Prescott, J.H. 1986. The use of photographs to identify individual North Atlantic right whales (*Eubalaena glacialis*). In: Brownell RL, Best PB, Prescott JH (eds) Right whales: past and present status. IWC, Cambridge, p 145–151.
- Khan, C., Duley, P., Henry, A., Gatzke, J., and Cole, T.V.N. 2014. North Atlantic Right Whale Sighting Survey (NARWSS) and Right Whale Sighting Advisory System (RWSAS) 2013
  Results Summary. US Dept Commer, Northeast Fish Sci Cent Ref Doc. 14-11; 10 p. doi: 10.7289/V5PN93MK.
- National Marine Fisheries Service. 2005. <u>Recovery Plan for the North Atlantic Right Whale</u> (*Eubalaena glacialis*). National Marine Fisheries Service, Silver Spring, MD. 137 p.
- van der Hoop, J.M., Moore, M.J., Barco, S.G., Cole, T.V.N, Daoust, P., Henry, A.G., McAlpine, D.F., McLellan, W.A., Wimmer, T., and Solow, A.R. 2013. Assessment of Management to Mitigate Anthropogenic Effects on Large Whales. Conservation Biology, 27: 121-133. doi:10.1111/j.1523-1739.2012.01934.
- Vanderlaan, A.S.M., 2010. Estimating Risk to the North Atlantic right whale (*Eubalaena glacialis*) From Ocean-going Vessels and Fishing Gear. PhD Thesis, Dalhousie University, Halifax, NS Canada (176p.).

Tableau 1. Composition démographique des baleines noires photographiées dans le sud du golfe du Saint-Laurent, d'après les relevés aériens de la NOAA de 2015, 2017 et 2018, et proportions de chaque classe d'âge et de sexe dans le catalogue des baleines noires de l'Atlantique Nord à la fin de 2017 (Hamilton, comm. pers.). Les baleines noires sont considérées comme adultes lorsqu'elles donnent naissance pour la première fois ou à l'âge de 9 ans.

Âge/sexe	Nombre en 2015	% en 2015	Nombre en 2017	% en 2017	Nombre en 2018	% en 2018	% du catalogue
Mâles adultes	19	55,9	51	48,6	65	49,6	47,3
Femelles adultes	8	23,5	26	24,8	37	28,2	28,8
Mâles juvéniles	3	8,8	13	12,4	11	8,4	8,4
Femelles juvéniles	3	8,8	10	9,5	6	4,6	8,8
Âge et sexe inconnus	1	2,9	2	1,9	5	3,8	1,5
Adulte de sexe inconnu	0	0	0	0	4	3,1	3,7
Juvénile de sexe inconnu	0	0	2	1,9	2	1,5	0,6
Femelle d'âge inconnu	0	0	1	1	1	0,8	0,9
Total	34		105		131		



Figure 1. Distribution de l'effort de relevé aérien de la NOAA en 2015, 2017 et 2018 dans l'espace et dans le temps. Les points sur la ligne du temps sont les dates des vols.



Figure 2. Courbes de découverte des baleines noires dans le sud du golfe du Saint-Laurent à partir des relevés aériens de la NOAA en 2015, 2017 et 2018 pour : a) toutes les baleines et b) par sexe.



Figure 3. Distribution des temps de résidence (nombre de jours entre les première et dernière observations) selon le sexe, divisés en tranches de 6 jours pour les animaux observés dans le sud du golfe du Saint-Laurent en 2017 et 2018. Le temps de résidence maximal en 2017 et en 2018 était de 36 et 69 jours, respectivement, ce qui représentait la durée des relevés.



Figure 4. (a) Nombre de jours entre les observations subséquentes et (b) nombre de jours où des baleines noires ont été observées, par sexe, dans le sud du golfe du Saint-Laurent, d'après les relevés aériens de la NOAA à l'été 2017 et 2018.

### ANNEXE

S1. Identifications individuelles de baleines noires de l'Atlantique Nord d'après les relevés aériens de la NOAA menés dans le golfe du Saint-Laurent en 2015, 2017 et 2018.

Année d'observation				Année d'observation				Année d'observation						
Identification de la baleine	Sexe	2015	2017	2018	Identification de la baleine	Sexe	2015	2017	2018	Identification de la baleine	Sexe	2015	2017	2018
1017	М	x	x	x	1934	F	x	x	x	3157	F	x	-	x
1036	М	x	x	-	1971	М	-	x	-	3191	М	x	x	x
1042	М	-	x	х	2010	М	-	х	х	3193	М	-	х	х
1112	М	x	-	х	2040	F	-	х	x	3194	F	-	-	х
1142	F	-	-	х	2123	F	х	-	-	3229	М	x	-	-
1149	М	-	x	х	2140	М	-	х	-	3230	F	-	х	х
1209	F	-	-	х	2209	М	-	-	х	3232	F	-	х	х
1226	М	-	x	х	2223	F	-	х	х	3245	М	х	-	х
1245	F	-	x	х	2271	М	-	х	х	3296	М	x	-	-
1249	М	-	х	х	2303	М	-	-	х	3301	М	-	х	х
1271	М	-	x	х	2340	М	-	-	х	3310	М	-	-	х
1307	М	-	x	х	2427	М	-	х	-	3312	М	x	х	х
1317	М	х	х	х	2503	F	х	х	х	3317	F	-	х	х
1403	М	-	x	х	2510	М	х	х	х	3329	F	-	-	х
1419	М	х	х	х	2642	F	-	х	х	3333	М	-	х	х
1423	х	-	-	х	2681	М	-	х	х	3351	М	-	-	х
1427	М	-	х	-	2705	М	-	х	х	3380	М	-	x	х
1429	М	-	х	х	2743	М	-	х	х	3390	F	-	х	х
1506	М	-	-	х	2750	М	х	х	х	3420	F	-	х	х
1507	М	-	-	х	2753	F	-	х	х	3421	М	х	х	х
1514	М	-	х	х	2760	М	-	х	х	3440	F	х	-	-
1604	F	х	-	-	2791	F	-	х	х	3442	М	-	x	х
1616	М	х	х	х	2904	М	-	х	х	3450	F	-	х	х
1628	Х	-	-	x	2910	М	-	х	x	3510	М	x	x	х
1703	F	-	-	х	2920	М	-	-	x	3515	F	-	x	x

	Année	d'obser	vation		Année d'observation				Année d'observation					
Identification de la baleine	Sexe	2015	2017	2018	Identification de la baleine	Sexe	2015	2017	2018	Identification de la baleine	Sexe	2015	2017	2018
1708	М	-	x	х	2930	М	-	x	x	3520	F	-	x	х
1720	М	-	х	х	3101	F	-	х	x	3530	М	-	x	х
1801	М	-	-	х	3110	М	x	х	x	3546	F	-	x	х
1812	F	х	х	х	3115	F	-	х	х	3550	М	-	-	х
1817	F	-	-	x	3125	М	-	х	х	3560	F	-	х	х
1820	М	-	х	х	3140	М	x	-	-	3579	М	-	х	х

Suite
Suite.

Année d'observation					Année d'observation				
Identification de la baleine	Sexe	2015	2017	2018	Identification de la baleine	Sexe	2015	2017	2018
3617	М	-	x	x	4129	М	х	х	x
3623	М	x	x	x	4140	М	-	x	x
3646	F	x	-	-	4180	х	-	х	x
3651	М	-	x	x	4190	F	-	x	x
3660	М	-	-	х	4310	F	-	-	х
3680	М	-	x	x	4340	F	-	x	x
3812	М	-	x	х	4423	М	-	x	х
3815	F	-	x	x	4440	М	-	-	x
3823	F	-	x	х	4445	М	-	x	-
3843	М	-	-	х	4446	М	-	-	х
3860	F	-	x	x	4457	М	-	x	x
3890	F	-	х	х	4504	F	x	-	-
3892	М	x	x	х	4510	F	-	x	х
3893	F	-	х	-	4523	М	x	x	x
3904	F	-	х	х	4530	Х	x	-	-
3920	М	-	х	х	4545	F	-	x	х
3940	F	x	х	х	4546	F	x	-	-
3942	F	-	х	х	4615	М	-	x	х
3946	F	-	х	х	4617	F	-	-	х
3960	М	-	-	х	4620	F	-	x	-
3981	М	-	-	х	2016CalfOf1233	F	-	-	х
3989	М	-	х	х	2016CalfOf3101	Х	-	-	x
3992	М	-	x	х	2016CalfOf3450	Х	-	-	х
4005	М	-	х	-	G046	Х	-	-	х
4023	М	-	х	х	G048	Х	-	x	-
4040	х	-	x	х	G055	Х	-	x	х
4042	М	-	-	х	G056	Х	-	-	х
4057	М	x	-	-	M097	х	-	-	x
4092	F	-	x	x	2015CalfOf1701/M101	х	-	-	x
4094	F	-	x	-					
4123	М	-	х	x					



S2. Nouvelles observations des baleines noires lors de jours de relevé consécutifs à quatre jours d'intervalle. Les lignes noires relient la même baleine vue les deux jours. Les points orange sont les emplacements des individus le 7 juillet (n = 43), les points bleus ceux des individus le 11 juillet (n = 44). Seize baleines ont été vues les deux jours. Les lignes bleues et orange fines représentent la trajectoire de vol de l'avion chaque jour.

S3. Comparaison des passes des modèles de Jolly-Seber sur les données de photo-identification pour 2017.

Modèle	Formule	Valeur du critère d'information Akaike
Base	Phi(.), p(.), pent(.)	192,44
Capture variable dans le temps	Phi(.), p(temps), pent(.)	181,36
Survie variable dans le temps	Phi(temps), p(.), pent(.)	189,80
Probabilité d'entrée variable dans le temps	Phi(.), p(.), pent(temps)	189,26
Probabilité de capture et de survie variable dans le temps	Phi(temps), p(temps), pent(.)	183,10
Probabilité de capture et d'entrée variable dans le temps	Phi(.), p(temps), pent(temps)	182,91

S4. Estimations de la probabilité de capture pendant les trois périodes, 2017.

Période	Estimation	Écart-type
1	0,796	0,2140
2	0,594	0,0850
3	0,934	0,1225

S5. Comparaison des passes des modèles de Jolly-Seber sur les données de photo-identification pour 2018.

Modèle	Formule	Valeur du critère d'information Akaike
Base	Phi(.), p(.), pent(.)	598,47
Capture variable dans le temps	Phi(.), p(temps), pent(.)	601,60
Survie variable dans le temps	Phi(temps), p(.), pent(.)	602,22
Probabilité d'entrée variable dans le temps	Phi(.), p(.), pent(temps)	598,66
Probabilité de capture et de survie variable dans le temps	Phi(temps), p(temps), pent(.)	606,63
Probabilité de capture et d'entrée variable dans le temps	Phi(.), p(temps), pent(temps)	604,06

S6. Estimations de la probabilité d'entrée dans la population à l'étude, pour deux modèles, 2018.

Modèle	Période	Estimation	Écart-type
Base	S. O.	0,0092	0,0102
Probabilité d'entrée variable dans le temps	2	5,378*10 <sup>-5</sup>	0,0024
Probabilité d'entrée variable dans le temps	3	8,423*10 <sup>-2</sup>	0,0353
Probabilité d'entrée variable dans le temps	4	6,462*10 <sup>-7</sup>	0,0002
Probabilité d'entrée variable dans le temps	5	9,875*10 <sup>-7</sup>	0,0004

S7. Estimations du nombre de baleines non détectées dans la population à l'étude, pour deux modèles, 2018.

Modèle	Estimation	Écart-type
Base	1,38	1,605
Probabilité d'entrée variable dans le temps	1,132	1,420