



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 2021/074

Région des Maritimes

Répartition, déplacements et utilisation de l'habitat de la baleine à bec commune (*Hyperoodon ampullatus*) sur le plateau néo-écossais

Joy E. Stanistreet¹, Laura J. Feyrer² et Hilary B. Moors-Murphy¹

¹Institut océanographique de Bedford
Pêches et Océans Canada
1, promenade Challenger, C.P. 1006
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2

²Département de biologie
Université Dalhousie
1355, rue Oxford, C.P. 15000
Halifax (Nouvelle-Écosse) B3H 4R2

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



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2021

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-40914-6 N° cat. Fs70-5/2021-074F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

Stanistreet, J.E., Feyrer, L.J., et Moors-Murphy, H.B. 2021. Répartition, déplacements et utilisation de l'habitat de la baleine à bec commune (*Hyperoodon ampullatus*) sur le plateau néo-écossais. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/074. vii + 37 p.

Aussi disponible en anglais :

Stanistreet, J.E., Feyrer, L.J., and Moors-Murphy, H.B. 2021. Distribution, movements, and habitat use of northern bottlenose whales (*Hyperoodon ampullatus*) on the Scotian Shelf. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2021/074. vi + 34 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	VII
INTRODUCTION	1
MÉTHODES.....	3
SURVEILLANCE ACOUSTIQUE PASSIVE PAR DES SYSTÈMES D'ENREGISTREMENT AUTONOMES ANCRÉS SUR LE FOND	3
Collecte de données	3
Analyse des données.....	3
RELEVÉS VISUELS.....	4
ENREGISTREMENTS ACOUSTIQUES À L'AIDE D'UN RÉSEAU REMORQUÉ	5
Collecte de données	5
Analyse acoustique	6
IDENTIFICATION PHOTOGRAPHIQUE	6
Collecte de données sur le terrain	6
Analyses de photo-identification	6
Analyses des déplacements et des populations	7
RÉSULTATS.....	9
SURVEILLANCE ACOUSTIQUE PASSIVE PAR DES SYSTÈMES D'ENREGISTREMENT AUTONOMES ANCRÉS SUR LE FOND	9
RELEVÉS VISUELS.....	9
ENREGISTREMENTS ACOUSTIQUES À L'AIDE D'UN RÉSEAU REMORQUÉ	10
ANALYSES DE PHOTO-IDENTIFICATION.....	10
ANALYSES DES DÉPLACEMENTS ET DES POPULATIONS	11
DISCUSSION.....	13
PRÉSENCE DE L'ESPÈCE DANS LES ZONES ENTRE LES CANYONS	13
PROFILS DE RÉSIDENCE ET DE DÉPLACEMENT À L'INTÉRIEUR DES CANYONS, ENTRE LES CANYONS ET EN DEHORS DES CANYONS	15
CARACTÉRISTIQUES DE L'HABITAT ENTRE LES CANYONS ET RISQUES POUR CET HABITAT	17
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	18
RÉFÉRENCES CITÉES	19
TABLEAUX	22
FIGURES	26
ANNEXE	37

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Nombre d'observations de baleines à bec communes et nombre de jours avec observations par site au cours des six années de relevés sur le plateau néo-écossais entre 2001 et 2017.....	22
Tableau 2 : Nombre de photo-identifications uniques de baleines à bec communes par site, y compris le nombre d'individus observés à plus d'un site, au cours des six années de relevés sur le plateau néo-écossais entre 2001 et 2017.	22
Tableau 3 : Nombre de photo-identifications uniques du côté gauche de baleines à bec communes par année et par site avec l'effort de relevé annuel (N jours), le nombre de ces photo-identifications retrouvées dans les deux zones et le nombre total de jours de relevé.	22
Tableau 4 : Modèles de taux d'identification décalée de la résidence concernant les baleines à bec communes dans le Gully. Les estimations de population sont exprimées par jour et sont présentées sous forme d'estimations corrigées (non corrigées entre parenthèses) lorsque seules les identifications d'individus présentant une marque fiable sont utilisées. Le modèle présentant le meilleur ajustement est indiqué en gras.....	23
Tableau 5 : Probabilité de déplacement des baleines à bec communes au sein d'une même zone et entre différentes zones en une journée, d'après les identifications d'individus présentant une marque fiable sur une période de 100 jours.	24
Tableau 6 : Probabilités et erreurs types (ET) concernant le déplacement des baleines à bec communes entre le Gully, les autres canyons (Shortland et Haldimand) et une zone extérieure en utilisant tous les individus identifiés à l'aide d'une marque du côté gauche (taille de population fixe de 127 individus). Le déplacement a été modélisé sur 7 jours, avec un décalage maximal de 14 semaines et aucune mortalité. Log-vraisemblance cumulée pour le modèle = 214,83.	25
Tableau 7 : Probabilités et erreurs types (ET) concernant le déplacement des baleines à bec communes entre le Gully, les autres canyons (Shortland et Haldimand) et une zone extérieure en utilisant les identifications d'individus présentant une marque fiable du côté gauche (taille de population fixe de 65 individus). Le déplacement a été modélisé sur 7 jours, avec un décalage maximal de 14 semaines et aucune mortalité. Log-vraisemblance cumulée pour le modèle = 39,95.	25

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : Carte des sites de surveillance acoustique passive fixe sur le plateau néo-écossais où des enregistreurs acoustiques multicanaux autonomes (AMAR) ont été déployés de 2012 à 2014. Les zones désignées comme habitat essentiel pour la baleine à bec commune sont indiquées en rouge, et la zone de protection marine du Gully est indiquée en jaune.....26
- Figure 2 : Exemple de clic d'écholocation d'une baleine à bec commune présenté sous forme d'onde (en haut) et de spectrogramme (en bas) en utilisant une fenêtre de 1 ms. Spectrogramme calculé à l'aide d'une fenêtre de 60 points, d'un chevauchement de 95 % et d'une transformée de Fourier rapide de 128 points, avec des données recueillies à une fréquence d'échantillonnage de 375 kHz.....27
- Figure 3 : Proportion de jours par mois avec des détections acoustiques de baleines à bec communes à chaque site d'enregistrement fixe (AMAR) d'octobre 2012 à septembre 2014; les mois avec moins de 10 jours d'enregistrement sont omis du tracé (barres grisées).....28
- Figure 4 : Nombre d'heures par jour avec des détections acoustiques de baleines à bec communes à chaque site d'enregistrement fixe (AMAR) d'octobre 2012 à septembre 2014; les jours sans enregistrement ou avec moins de 24 heures d'enregistrement sont omis du tracé (barres grisées).....29
- Figure 5 : Carte de l'effort de reconnaissance visuelle par km² en 2001, 2002, 2011, 2015, 2016 et 2017. Le rouge indique un effort plus élevé et le jaune un effort plus faible, en fonction de l'heure d'observation pendant le jour avec une visibilité supérieure à 1 km et un état de la mer de 4 ou moins sur l'échelle de Beaufort. Les emplacements des observations de baleines à bec communes et de l'effort horaire de relevé sont indiqués sur la carte du haut; la densité de l'effort de relevé (à gauche) et les observations de baleines à bec communes (à droite) dans les canyons et autour de ceux-ci sont indiquées sur les cartes du bas. Les lignes rouges représentent les limites des zones d'habitat essentiel désignées.30
- Figure 6 : Carte de l'effort de relevé acoustique par km² dans la zone d'étude de 2015 à 2017. Les détections confirmées de baleines à bec communes sont représentées par des symboles selon l'année du relevé, et illustrées avec l'effort total de relevé acoustique sur la carte du haut; la densité de l'effort de relevé acoustique (à gauche) et les emplacements des détections de baleines à bec communes (à droite) dans les canyons et autour de ceux-ci sont indiqués sur les cartes du bas. Les lignes rouges représentent les limites des zones d'habitat essentiel actuellement désignées.31
- Figure 7 : Courbe de découverte des baleines à bec communes présentant une marque distinctive dans le Gully, d'après l'analyse des photographies du côté gauche par année d'échantillonnage pour (a) toutes les identifications d'individus et (b) les identifications des individus présentant une marque fiable seulement.....32
- Figure 8 : Résultats du modèle de taux d'identification décalée pour les baleines à bec communes du Gully, d'après (a) toutes les identifications à l'aide de photographies du côté gauche, avec un maximum de 100 jours, et (b) les identifications des individus présentant une marque fiable du côté gauche, avec un maximum de 1 000 jours.....33
- Figure 9 : Probabilité de déplacement des baleines à bec communes au sein d'une même zone et entre différentes zones en une journée, d'après les identifications d'individus présentant une marque fiable sur une période de 100 jours. Les modèles de déplacement sont présentés avec des lignes verticales indiquant les estimations par auto-amorçage de l'erreur type.....34

Figure 10 : Modèles de taux d'identification décalée entre le canyon du Gully et les canyons de Shortland/Halimand (autres canyons) pour les identifications des individus présentant une marque fiable du côté gauche, sans décalage de temps maximal sur la période d'étude..... 35

Figure 11 : Carte de l'habitat essentiel actuellement désigné pour la baleine à bec commune et habitat important proposé dans les zones entre les canyons de l'est du plateau néo-écossais. 36

RÉSUMÉ

La population de baleine à bec commune (*Hyperoodon ampullatus*) du plateau néo-écossais est inscrite sur la liste des espèces en voie de disparition de la *Loi sur les espèces en péril* du Canada (LEP). Une partie de l'habitat essentiel de cette population a été relevée dans le programme de rétablissement publié pour la première fois en 2010, et trois zones d'habitat essentiel ont été désignées le long de l'est du plateau néo-écossais, notamment dans le Gully et les canyons Shortland et Haldimand. Dans le présent rapport, nous avons utilisé plusieurs sources de données pour examiner la répartition, les déplacements et l'utilisation de l'habitat de la baleine à bec commune dans et entre les zones d'habitat essentiel désignées. Une surveillance acoustique passive a été effectuée tout au long de l'année à deux endroits entre les canyons, au moyen d'enregistreurs installés sur le fond. Cette surveillance a révélé que des baleines à bec communes fréquentaient ces zones et s'y alimentaient presque toute l'année, les détections acoustiques atteignant un sommet au printemps. Les relevés d'observations visuelles et les enregistrements acoustiques recueillis lors des relevés par bateau ont fourni un aperçu spatial plus large de la présence de cette espèce; ces relevés se limitaient aux mois d'été et l'effort se concentrait sur les canyons. Les données de photo-identification recueillies dans les canyons Gully, Shortland et Haldimand au cours de six années de relevés (entre 2001 et 2017) ont servi à modéliser des profils de résidence et de déplacement des baleines à bec communes dans les canyons et entre ces derniers. Les résultats du modèle semblent indiquer que les individus se déplacent entre les canyons sur des périodes allant de quelques jours à quelques mois, avec un temps de résidence moyen dans le Gully d'environ 20 jours. Les profils de résidence et de déplacement dans les autres canyons semblent différer de ceux du Gully, mais il faudrait plus de données de photo-identification dans ces zones pour améliorer la précision des estimations du modèle. Nous n'avons trouvé aucun signe indiquant que des individus préféreraient certaines zones, et le taux faible, mais constant des déplacements à destination et en provenance du Gully semble indiquer que la population peut se mélanger complètement sur environ six mois. Ensemble, ces résultats indiquent un fort degré de connectivité entre les canyons Gully, Shortland et Haldimand et laissent entendre que ces zones sont ouvertes à l'immigration et à l'émigration vers d'autres zones extérieures. Les zones entre les canyons le long du talus continental entre les zones d'habitat essentiel désignées représentent probablement un habitat de recherche de nourriture important pour les baleines à bec communes ainsi qu'un couloir permettant des déplacements fréquents entre les canyons.

INTRODUCTION

La baleine à bec commune (*Hyperoodon ampullatus*) vit dans les eaux de mer ouverte des régions septentrionales de l'océan Atlantique Nord. Au large de l'est du Canada, les centres d'abondance de la population sont documentés dans deux zones géographiques : le long de la limite orientale du plateau néo-écossais et dans le détroit de Davis et la baie de Baffin, au large de la région nord du Labrador (Reeves *et al.* 1993). Celles-ci sont reconnues comme des populations distinctes et ont été évaluées séparément par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) depuis 1996. Toutefois, la structure de la population et la connectivité avec les populations à l'extérieur du Canada sont actuellement mal comprises (Feyrer *et al.* 2019). La population du plateau néo-écossais a été désignée « en voie de disparition » par le COSEPAC en 2002, en raison de sa taille extrêmement réduite, estimée à moins de 150 individus. D'autres données probantes, notamment des différences de taille (Whitehead *et al.* 1997), des analyses génétiques (Dalebout *et al.* 2006) et des analyses de marquage-recapture par photo-identification (Whitehead et Wimmer 2005) semblent indiquer que la population de baleines à bec communes du plateau néo-écossais est largement isolée des populations plus septentrionales de l'Atlantique Nord. En avril 2006, la population du plateau néo-écossais a été inscrite sur la liste des espèces en voie de disparition en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP), ce qui rend obligatoire la mise en place de protections juridiques et la désignation explicite de l'habitat essentiel de la population, à savoir les zones d'habitat importantes jugées nécessaires à la survie ou au rétablissement d'une espèce inscrite.

On rencontre habituellement les baleines à bec communes dans des eaux de plus de 500 m de profondeur, et le plus souvent le long de la pente continentale, dans des eaux comprises entre 800 m et 1 500 m de profondeur (Hooker *et al.* 2002b, Wimmer et Whitehead 2004). Comme d'autres baleines à bec, la baleine à bec commune est une grande plongeuse; elle plonge régulièrement à plus de 800 m de profondeur pour se nourrir de calmars et de poissons d'eau profonde (Hooker et Baird 1999, Miller *et al.* 2015). Des analyses de contenus stomacaux menés par Hooker *et al.* (2001) semblent indiquer que les calmars du genre *Gonatus* constituent probablement leur principale proie dans la région du plateau néo-écossais, et que les baleines peuvent occuper une niche alimentaire relativement étroite. On ne sait que peu de choses sur l'abondance ou la répartition des espèces du genre *Gonatus* au large de la côte est du Canada. Les caractéristiques océanographiques et bathymétriques sont souvent utilisées comme des substituts pour recenser l'habitat et prévoir la distribution des espèces lorsque les données sur la répartition des proies manquent. La modélisation de la pertinence de l'habitat réalisée par Gomez *et al.* (2017) a déterminé que la profondeur et la température estivale de la surface de la mer étaient des indicateurs importants de l'habitat de la baleine à bec commune. Selon cette modélisation, une grande partie du talus continental au large du plateau néo-écossais, de Terre-Neuve et du Labrador pourrait représenter un habitat potentiellement approprié pour cette espèce.

La répartition de la population de baleines à bec communes du plateau néo-écossais semble se concentrer fortement autour de trois canyons sous-marins le long de l'est du plateau néo-écossais, à savoir les canyons Gully, Shortland et Haldimand (Wimmer et Whitehead 2004). Le Gully est reconnu depuis longtemps comme un centre d'habitat pour cette population, avec des densités élevées de baleines présentes pendant l'été (Hooker *et al.* 2002a, Hooker *et al.* 2002b), des observations répétées des mêmes individus à différentes périodes de l'année (Whitehead *et al.* 1997) et la détection acoustique constante, tout au long de l'année, de clics d'écholocalisation de baleines à bec communes (Moors 2012, Stanistreet *et al.* 2017). Gowans et ses collaborateurs (2000) ont estimé qu'environ un tiers de la population du plateau néo-écossais pouvait se trouver dans le Gully à un moment donné. Plus récemment,

on a constaté que les baleines à bec communes étaient régulièrement présentes dans les canyons Shortland et Haldimand, et les mêmes individus ont été observés dans ces trois canyons (Wimmer et Whitehead 2004, O'Brien et Whitehead 2013).

Compte tenu de l'utilisation tout au long de l'année des canyons Gully, Shortland et Haldimand pour la recherche de nourriture, la socialisation, l'accouplement et l'élevage des jeunes, ces zones ont été désignées comme un habitat essentiel dans le programme de rétablissement de la population de baleines à bec communes du plateau néo-écossais (Pêches et Océans Canada 2016). L'habitat essentiel désigné comprend actuellement la zone 1 de la zone de protection marine du Gully ainsi que les eaux de plus de 500 mètres de profondeur se trouvant dans les canyons Haldimand et Shortland, représentant trois zones non contiguës séparées d'environ 20 à 30 km.

On sait que les baleines à bec communes se déplacent entre les canyons du plateau néo-écossais (Wimmer et Whitehead 2004, O'Brien et Whitehead 2013), mais on sait peu de choses sur leur utilisation des zones entre les canyons, si ce n'est qu'il s'agit d'un couloir présumé pour se déplacer entre les canyons. Les relevés visuels ont été beaucoup moins nombreux à l'extérieur des canyons Gully, Shortland et Haldimand qu'à l'intérieur de ces zones, et peu d'études sur les baleines à bec ont été menées sur le plateau néo-écossais en dehors des mois d'été. Cependant, les enregistrements acoustiques recueillis de 2006 à 2009 pendant les mois d'été et d'hiver sur des sites d'enregistrement se trouvant à l'intérieur et à l'extérieur de ces canyons ont fourni de premières données probantes selon lesquelles les baleines à bec communes peuvent être présentes toute l'année dans les zones entre les canyons (Moors 2012). La détection, dans ces enregistrements, de clics d'écholocation qui pourraient avoir été émis par des baleines à bec communes semble indiquer qu'elles peuvent utiliser les zones de pente pour s'alimenter, et Moors (2012) recommande une surveillance acoustique supplémentaire pour confirmer cette découverte. À l'heure actuelle, on ne connaît pas l'aire de répartition géographique complète et l'utilisation saisonnière de l'habitat de cette population, et d'autres zones d'habitat importantes pourraient comprendre les zones du talus continental et d'autres canyons situés le long du plateau néo-écossais, ainsi que les zones de pente s'étendant à l'est et au nord de Terre-Neuve.

Comme les besoins en matière d'habitat de la baleine à bec commune sur le plateau néo-écossais ne sont pas entièrement compris, le programme de rétablissement décrit un calendrier d'études visant à recenser les autres habitats essentiels et à fournir d'autres renseignements nécessaires pour soutenir les objectifs de rétablissement (Pêches et Océans Canada 2016). Parmi les études décrites, l'un des principaux objectifs de recherche consiste à mener une surveillance acoustique passive tout au long de l'année des baleines à bec communes dans les zones situées en dehors de l'habitat essentiel déjà désigné, afin de répondre aux questions suivantes :

- Comment la présence de l'espèce dans les zones entre les canyons se compare-t-elle à celle dans les canyons?
- Quels sont les fonctions biophysiques, les caractéristiques et les attributs de l'habitat entre les canyons pour la baleine à bec commune?
- Quelle est l'étendue spatiale des zones qui soutiennent les propriétés de l'habitat susmentionnées?
- Quelles sont les activités susceptibles de détruire les fonctions, les caractéristiques et les attributs de l'habitat entre les canyons?

Dans le présent rapport, nous cherchons principalement à répondre à la première question ci-dessus, en présentant des données provenant d'une surveillance acoustique passive

autonome menée tout au long de l'année dans le Gully et entre les canyons Gully, Shortland et Haldimand, afin de fournir des informations sur la présence de l'espèce tout au long de l'année ainsi que des observations visuelles et des détections acoustiques provenant des relevés effectués dans et entre les canyons pendant l'été. En outre, nous présentons les résultats d'analyses effectuées à l'aide de données de photo-identification pour modéliser les profils de déplacement et de résidence des baleines à bec communes dans les canyons du plateau néo-écossais et aux alentours, en approfondissant les résultats d'une étude antérieure des déplacements et de l'utilisation de l'habitat par Wimmer et Whitehead (2004). Les autres questions portant sur les caractéristiques et l'étendue spatiale de l'habitat entre les canyons de la baleine à bec commune, ainsi que les risques pesant sur cet habitat, sont abordées dans le cadre de ces résultats.

MÉTHODES

SURVEILLANCE ACOUSTIQUE PASSIVE PAR DES SYSTÈMES D'ENREGISTREMENT AUTONOMES ANCRÉS SUR LE FOND

Collecte de données

Une surveillance acoustique passive fixe a été menée le long du bord du plateau néo-écossais afin d'évaluer la présence de baleines à bec communes tout au long de l'année. Des enregistreurs ancrés sur le fond ont été déployés dans le Gully (MidGul) et à deux sites entre les canyons le long de la partie orientale du plateau néo-écossais : GulSho, situé entre le Gully et le canyon Shortland, et ShoHald, situé entre les canyons Shortland et Haldimand (figure 1). Dans chaque site, un enregistreur acoustique multicanal autonome, ou EAMA (JASCO Applied Sciences, Dartmouth [N.-É.]), a été amarré à une profondeur comprise entre 1 400 et 1 700 m, l'enregistreur étant suspendu à environ 55 m au-dessus du plancher océanique. Les données ont été recueillies simultanément sur les trois sites au cours de quatre déploiements consécutifs : d'octobre 2012 à avril 2013, de mai à septembre 2013, de novembre 2013 à avril 2014, et de mai à septembre 2014. Les EAMA ont été programmés pour collecter des enregistrements à haute fréquence (HF) et à basse fréquence (LF) selon un facteur d'utilisation alterné tout au long de chaque déploiement. Au cours des deux premiers déploiements, chaque EAMA était équipé d'un hydrophone omnidirectionnel M8E-51 de Geospectrum. Des enregistrements HF ont été effectués à une fréquence d'échantillonnage de 128 kHz pendant 2 min (120 s), suivis d'enregistrements LF à une fréquence d'échantillonnage de 16 kHz pendant 13 min (780 s), soit quatre fichiers d'enregistrements HF par heure. Au cours des deux derniers déploiements, chaque EAMA était équipé d'un hydrophone omnidirectionnel M8Q-51 de Geospectrum. Des enregistrements HF et LF ont été effectués à des taux d'échantillonnage de 375 kHz pendant 2,2 min (130 s) et de 16 kHz pendant 17,8 min (1 070 s), respectivement, soit trois fichiers d'enregistrements HF par heure. Les données acoustiques étaient stockées sur des disques durs internes avant d'être téléchargées au format audio .wav après la récupération des instruments.

Analyse des données

Les enregistrements acoustiques à haute fréquence ont été analysés pour y déceler la présence de clics d'écholocalisation de la baleine à bec commune à l'aide d'un processus de détection et de classification à plusieurs étapes s'appuyant sur les méthodes élaborées par Baumann-Pickering et ses collaborateurs (2013). Ces méthodes sont décrites précisément dans Stanistreet *et al.* (2017). En résumé, un algorithme de détection automatique a été appliqué pour déceler et extraire les signaux d'écholocalisation des enregistrements. Chaque signal

déecté a été filtré à l'aide d'un filtre passe-bande entre 5 kHz et 95 kHz, et les spectres ont été calculés à partir d'une transformée de Fourier rapide (TFR) à 512 points et de données de la fenêtre de Hann centrées sur le clic. Les fréquences de crête et centrale, la largeur de bande, la durée, le rapport signal/bruit et les intervalles entre les clics ont été mesurés. Une série de critères basés sur les caractéristiques spectrales et temporelles a été appliquée à chaque signal détecté afin de distinguer les clics potentiellement émis par des baleines à bec des signaux produits par d'autres odontocètes. Les clics potentiellement émis par des baleines à bec étaient à l'origine désignés comme ceux ayant des fréquences de crête et centrale supérieures à 23 kHz, des durées d'au moins 0,355 ms et une énergie de forme d'onde restant au-dessus d'un seuil énergétique de 50 % pendant au moins 0,1 ms.

Les détections de clics potentiellement émis par des baleines à bec dans chaque fichier (d'une durée de 120 s ou de 130 s) ont été examinées manuellement à l'aide de figures récapitulatives affichant des histogrammes représentant la fréquence de crête et l'intervalle entre les clics, un graphique représentant les spectres moyens des clics superposés au bruit moyen, et un spectrogramme concaténé de tous les clics détectés. Les formes d'onde et les spectrogrammes de chaque clic ont également été inspectés, et une classification des espèces a été attribuée aux clics de baleines à bec confirmés. Les clics d'écholocalisation produits par les baleines à bec communes ont été identifiés par leur fréquence de crête d'environ 26 kHz, des intervalles entre les clics d'environ 0,4 s et une forme distinctive de balayage vers le haut à modulation de fréquence (Clarke *et al.* 2019; figure 2). Les clics des autres baleines à bec étaient identifiés au niveau de l'espèce lorsque c'était possible. Les signaux détectés qui ne présentaient pas les caractéristiques claires et non ambiguës des clics de baleines à bec étaient marqués comme de fausses détections et exclus de l'analyse.

Pour évaluer la performance des détecteurs, environ 1 % des fichiers sans détection dans chaque site d'enregistrement ont été sélectionnés au hasard pour un examen manuel (1 135 fichiers au total). Pas plus d'un fichier a été sélectionné par jour sur chaque site afin d'assurer une couverture temporelle tout au long de l'année. Chaque fichier sélectionné a été examiné à l'aide du logiciel PAMLab Lite (JASCO Applied Sciences, Dartmouth [N.-É.]) pour visualiser un spectrogramme et une forme d'onde en utilisant une fenêtre de 15 à 30 s, et la présence ou l'absence de clics de baleine à bec commune visibles et clairement identifiables a été notée.

Pour évaluer la présence spatio-temporelle des baleines à bec communes sur chaque site d'enregistrement, les détections ont été classées en fonction de la présence ou de l'absence horaire et quotidienne, et comparées entre les mois et les années.

RELEVÉS VISUELS

Les données relatives aux observations de baleines à bec communes ont été recueillies par le laboratoire Whitehead de l'Université Dalhousie dans le cadre de voyages de recherche sur les cétacés à bord du voilier auxiliaire *Balaena*. Les relevés des baleines à bec communes dans le Gully font partie d'un programme de recherche permanent dirigé par le laboratoire Whitehead. Des données ont été recueillies pendant les mois d'été de 24 années entre 1988 et 2017. À partir de 2001, cet effort, qui a été élargi pour inclure des relevés de baleines à bec communes dans les canyons Shortland et Haldimand, s'est poursuivi au cours de cinq années ultérieures (2002, 2011, 2015, 2016 et 2017). Cependant, pour optimiser l'effort de relevé dans l'habitat principal à l'intérieur des canyons, les passages entre le Gully et les autres canyons avaient souvent lieu la nuit ou dans de mauvaises conditions météorologiques, ce qui réduisait l'effort de relevé visuel à l'extérieur et entre les zones d'habitat essentiel.

Des relevés visuels n'ont eu lieu que pendant la journée, et uniquement dans des conditions météorologiques raisonnablement bonnes (état de la mer de Beaufort inférieur à 5). La vitesse du navire était comprise entre 1 et 6 nœuds. Lors des rencontres avec des baleines à bec communes, des photographies, des vidéos et des enregistrements acoustiques étaient régulièrement recueillis, ainsi que des renseignements sur les autres espèces observées accidentellement. Les métadonnées recueillies comprenaient la localisation GPS et l'heure de la première observation, l'espèce, la taille du groupe, le comportement, la distance et le relèvement par rapport au navire et les conditions environnementales. Les rencontres visuelles commençaient lorsque les baleines à bec communes étaient aperçues pour la première fois et se terminaient dix minutes après qu'elles avaient été vues pour la dernière fois. Des données supplémentaires sur la localisation, la visibilité et l'environnement étaient collectées toutes les heures, 24 heures sur 24, alors que le navire de recherche menait ses relevés ou était en transit.

Chaque observation de baleine à bec commune lors des relevés de 2001, 2002, 2011 et de 2015 à 2017 a fait l'objet d'un résumé et a été cartographiée dans ArcGIS, chaque observation représentant une ou plusieurs baleines à bec communes. La densité des observations dans la zone d'étude pendant cette période a été évaluée à l'aide d'un outil d'estimation de la densité par la méthode du noyau (EDMN) dans ArcGIS 10.5 avec une largeur de bande de 1 km. Cette largeur de bande a été choisie parce qu'il s'agit de la distance maximale à laquelle une observation d'une baleine à bec commune pourrait être enregistrée.

Afin d'estimer l'importance de l'effort de relevé visuel en dehors du Gully et entre les autres canyons, toutes les coordonnées par rapport aux emplacements du navire (> 200 m de profondeur) ont été classées comme faisant partie ou non de l'effort de relevés visuels. Les emplacements faisant partie de l'effort, classés comme ayant lieu pendant la journée et avec un état de la mer de Beaufort inférieure à 5, sans brouillard et avec une visibilité supérieure à 1 mille marin, ont été sélectionnés pour faire l'objet d'une analyse plus poussée. Une EDMN a été utilisée pour généraliser la densité de l'effort horaire sur la région en utilisant une largeur de bande de 10 km. Cette largeur de bande a été choisie pour lisser le journal horaire de l'effort à partir d'un point unique et jusqu'à la distance maximale que le navire peut parcourir en une heure.

ENREGISTREMENTS ACOUSTIQUES À L'AIDE D'UN RÉSEAU REMORQUÉ

Collecte de données

Lors des voyages de recherche sur les cétacés menés au cours des étés 2015 à 2017, le laboratoire Whitehead de l'Université Dalhousie a collecté des données acoustiques à l'aide d'un réseau d'hydrophones à deux composantes (un composant Benthos AQ4 [-204 dBV avec 1µPa] et un préamplificateur Magrec HP-02 [gain de 29 dB]) enregistrant à une fréquence d'échantillonnage de 192 kHz et remorqué à environ 100 m derrière le navire. Le réseau enregistrait généralement en continu pendant les relevés à la voile ou au moteur, ainsi que lors d'observations visuelles de baleines à bec communes. Contrairement à l'effort de relevé visuel, les relevés acoustiques n'étaient pas limités par la lumière du jour et la visibilité, et ont également été menés de nuit et dans diverses conditions météorologiques. Les relevés acoustiques ont été classés comme étant « en bordure du plateau », lorsque les enregistrements étaient recueillis dans le cadre de relevés à l'extérieur des canyons du plateau néo-écossais et le long d'une trajectoire prédéterminée qui suivait approximativement l'isobathe de 1 000 m, ou « opportunistes », lorsque les enregistrements étaient recueillis à l'intérieur des canyons, au moment du passage d'un canyon à un autre ou au large, au-delà de l'isobathe de 1 000 m.

Analyse acoustique

Les 1 500 heures d'enregistrements acoustiques recueillies au cours de la période 2015-2017 ont été regroupées en segments d'environ 10 minutes en vue d'être traitées à l'aide d'un détecteur et classificateur automatique de baleines à bec (JASCO Applied Sciences, Dartmouth [N.-É.]) afin de filtrer les enregistrements et de détecter la présence de clics de baleines à bec communes. En ce qui concerne les données provenant des relevés menés en bordure du plateau et de certains relevés opportunistes, les segments d'enregistrement avec plus d'une détection de baleine à bec commune ont été validés visuellement à l'aide du logiciel PAMLab. Cette validation nécessitait l'inspection visuelle des spectrogrammes pour trouver les clics des baleines à bec en utilisant une longueur de fenêtre de 8 s, une échelle de fréquence de 0 à 96 kHz, et des paramètres de TFR présentant un échelon de fréquence de 94 Hz, une durée de la trame de 0,001 s, un chevauchement de 50 % et une fenêtre de Hamming. Lorsque des clics potentiels de baleine à bec avec un balayage vers le haut à modulation de fréquence se produisaient dans un train de clics (trois clics ou plus dans une série, espacés de manière approximativement équidistante), ils étaient alors visualisés individuellement à une résolution plus fine du spectrogramme permettant un examen plus détaillé de la structure du clic, en utilisant une longueur de fenêtre de 0,0025 s, une échelle de fréquence de 0 à 96 kHz, et des paramètres de TFR présentant un échelon de fréquence de 375 Hz, une durée de la trame de 0,000266 s, un chevauchement de 6 % et une fenêtre de Hamming. Il était confirmé que les enregistrements contenaient des baleines à bec communes si les clics se produisaient dans un train de clics et qu'ils présentaient une fréquence de crête d'environ 26 kHz, un intervalle entre les clics d'environ 0,4 s, et un balayage vers le haut à modulation de fréquence distinctif de cette espèce (Clarke *et al.* 2019).

Les emplacements de tous les enregistrements et des détections validées ont été reportés sur une carte selon les coordonnées GPS associées au début de chaque enregistrement de 10 minutes. La densité de l'effort d'enregistrement a été estimée à l'aide d'une estimation de la densité par la méthode du noyau (EDMN) pondérée en fonction de la longueur de chaque fichier, et généralisée en utilisant une largeur de bande de 2 km basée sur la distance maximale estimée à laquelle les baleines à bec communes peuvent être détectées pendant que le bateau se déplace au cours d'une période de 10 minutes.

IDENTIFICATION PHOTOGRAPHIQUE

Collecte de données sur le terrain

Lorsque des baleines à bec communes étaient croisées pendant les relevés, on a tenté de photographier les deux côtés de la nageoire dorsale et le melon de tous les individus, sans tenir compte de la qualité de leur marquage. Les photographies numériques ont été prises avec des appareils Canon 50d et 7d équipés d'un objectif fixe de 300 mm. Ces protocoles de photo-identification sur le terrain sont utilisés par les chercheurs depuis 1988 et sont décrits en détail par Gowans *et al.* (2000) et O'Brien et Whitehead (2013).

Analyses de photo-identification

Toutes les photographies de baleines à bec communes prises au cours des 24 années de relevés de la période de 1988 à 2017 ont été numérisées et importées dans le logiciel de gestion de photos Adobe Lightroom avec les métadonnées associées, notamment la date et l'heure de la prise de vue et la localisation GPS. Les photographies ont reçu une note de qualité (Q) en fonction de l'angle, de la mise au point, de l'exposition et de la proportion de nageoire dorsale visible, en utilisant des critères s'appuyant sur O'Brien et Whitehead (2013). Les photographies de qualité médiocre ont reçu la note Q1, tandis que les photographies de qualité

supérieure ont reçu la note Q4. Tout signe distinctif, comme les encoches dans la nageoire dorsale, les grandes cicatrices et les taches, présent dans une largeur de la nageoire dorsale, d'un côté ou de l'autre de la nageoire, était associé à chaque photo comme mot-clé. Tout type de marque peut être utilisé pour l'identification initiale, à l'exception des taches de diatomées ou de la peau, car la forme de ces éléments peut évoluer rapidement au cours d'une même année d'échantillonnage (Gowans et Whitehead 2001). Seules les encoches des nageoires ou les indentations sur le dos sont considérées comme des marques suffisamment fiables pour persister pendant la période d'étude de 29 ans. Toutes les photographies classées Q3 et plus ont été balayées de manière itérative à la recherche de correspondances des marques distinctives, et chaque baleine individuelle a reçu un numéro d'identification (ID) unique. Pour chaque individu identifié, la photographie latérale (droite ou gauche) de la meilleure qualité a été utilisée pour assurer la correspondance entre les différentes années d'échantillonnage.

Analyses des déplacements et des populations

Toutes les photographies classées Q3 et plus ont été prises en compte pour les analyses des déplacements et des populations au cours d'une saison de travail sur le terrain. Seuls les individus présentant une marque fiable ont été pris en compte dans les analyses portant sur plusieurs années. Les estimations de la taille de la population pour les individus présentant une marque fiable (N_m) ont été mises à l'échelle pour tenir compte de la proportion de la population ne présentant pas de marques fiables, en multipliant N_m par la proportion d'individus présentant une marque fiable dans l'ensemble de la population, estimée à 51 % (Whitehead et Wimmer 2005, O'Brien et Whitehead 2013). Pour toutes les analyses des déplacements, les canyons Shortland et Haldimand ont été regroupés sous l'appellation « autres canyons » afin d'augmenter la taille de l'échantillon et de modéliser les déplacements à l'entrée et à la sortie de ces zones. Tous les modèles ont été exécutés en utilisant 1 000 répétitions par auto-amorçage.

1) Modélisation du taux d'identification décalée

Le taux d'identification décalée (TID) représente la probabilité qu'un individu identifié dans une zone à un moment donné soit identifié dans la même zone ultérieurement (Whitehead 2001). L'émigration ou la mortalité font que les TID diminuent avec le temps, et les modèles adaptés aux TID peuvent estimer la durée de résidence dans une zone. Des TID généraux peuvent également être calculés sur plusieurs zones, indiquant les probabilités que des individus soient retrouvés dans la même zone ou dans une zone différente après un décalage de temps particulier. Les modèles de TID sont calculés à l'aide de méthodes du maximum de vraisemblance et peuvent être utilisés pour estimer la résidence des individus, la taille des populations à une période donnée et les paramètres de mortalité. La forme que prennent ces modèles est particulière selon que l'on considère une ou deux zones, et cette forme est décrite plus précisément par Whitehead (2001). Pour une zone, nous avons examiné les modèles suivants : (a) Émigration + Mortalité, où les individus quittent une zone d'étude, mais ne reviennent jamais; (b) Émigration – Réimmigration, où les individus quittent une zone d'étude, puis reviennent; et (c) Émigration - Réimmigration + Mortalité, où les individus quittent une zone d'étude, puis certains reviennent et d'autres non. Pour deux zones, nous avons envisagé des modèles (d) Migration - Échange complet, dans lesquels le déplacement des individus est aléatoire et ces derniers passent en moyenne le même temps dans chaque zone avant de repartir, ou des modèles (e) Mélange complet, dans lesquels le déplacement dans une même unité de temps est suffisant pour mélanger complètement la population. Nous avons modélisé tous les TID en utilisant 1 000 répétitions par auto-amorçage dans le programme d'analyse sociale SOCPROG, exécuté sur une plateforme MATLAB (Wimmer et Whitehead 2004, Whitehead 2009). La valeur presque identique au critère d'information d'Akaike a été utilisée

comme indicateur du meilleur ajustement pour les comparaisons de modèles dans chaque ensemble de données.

Résidence dans le Gully

En utilisant les 24 années complètes de photo-identifications acquises uniquement dans le Gully, nous avons estimé la période de résidence pour deux ensembles de données, l'un comprenant toutes les identifications et l'autre ne comprenant que les identifications d'individus présentant une marque fiable. Toutes les formes de TID modélisées pour la résidence dans une zone ont été prises en compte.

Résidence dans la zone du plateau néo-écossais

En utilisant uniquement les identifications d'individus présentant une marque fiable provenant des six années de données pendant lesquelles des travaux de photo-identification ont été menés dans le Gully et les autres canyons, nous avons estimé la probabilité, en fonction du TID, qu'un individu trouvé dans l'une des zones du plateau néo-écossais (Gully ou autres canyons) reste dans la même zone ou se déplace vers une autre. Les modèles de TID pour une zone et deux zones ont été pris en compte pour comparer la résidence à l'intérieur et le taux de déplacement hors des deux zones (Wimmer et Whitehead 2004).

Différences de résidence entre la zone du Gully et la zone des autres canyons

En n'utilisant que les identifications d'individus présentant une marque fiable des six années de données pendant lesquelles des travaux de photo-identification ont été menés dans le Gully et les autres canyons, nous avons estimé le TID pour qu'un individu trouvé dans les autres canyons y reste ou en parte, et nous avons analysé ces résultats à la lumière des estimations du modèle de TID pour le Gully pendant la même période. Les probabilités du TID ont également été calculées entre les données Gully-autres canyons et autres canyons-Gully en utilisant des modèles de déplacements pour deux zones proposés par Wimmer et Whitehead (2004).

2) Modèles de mobilité de Markov

Les probabilités de déplacement entre le Gully, les autres canyons et une autre « zone extérieure », définie comme l'ensemble des zones non étudiées, ont été calculées à l'aide d'un modèle de Markov paramétré dans SOCPROG. Le modèle estime la probabilité, pour chaque période temporelle, qu'un individu se déplace de la zone dans laquelle il se trouve vers une autre zone, ainsi que la taille de la population et le taux de mortalité (y compris l'émigration permanente). Les données utilisées pour ces modèles proviennent des six années de relevé au cours desquelles des travaux de photo-identification ont été menés dans le Gully et les autres canyons, et les résultats ont été comparés entre les modèles utilisant l'ensemble complet de données contenant toutes les identifications et l'ensemble de données basé uniquement sur les identifications d'individus présentant une marque fiable. Des périodes de sept jours ont été utilisées pour augmenter la taille des échantillons à l'intérieur des unités temporelles. Nous avons utilisé une taille de population fixe de 127 individus (65 individus présentant une marque fiable) fondée sur les meilleurs résultats des modèles de marquage-recapture en population ouverte pour l'ensemble des données.

RÉSULTATS

SURVEILLANCE ACOUSTIQUE PASSIVE PAR DES SYSTÈMES D'ENREGISTREMENT AUTONOMES ANCRÉS SUR LE FOND

Les enregistrements acoustiques passifs menés par des enregistreurs ancrés sur le fond ont été analysés pour un total de 605 jours (14 520 h) sur les sites d'enregistrement de MidGul et de GulSho, et de 606 jours (14 544 h) sur le site de ShoHald. Les détections acoustiques provenant de baleines à bec communes et de trois autres espèces de baleines à bec ont été identifiées : la baleine à bec de Cuvier (*Ziphius cavirostris*), la baleine à bec de Sowerby (*Mesoplodon bidens*) et un troisième type de clic, probablement émis par la baleine à bec de True (*M. mirus*) ou la baleine à bec de Gervais (*M. europaeus*).

Les clics des baleines à bec communes ont été détectés pendant 605 (100 %), 150 (25 %), et 259 (43 %) des jours d'enregistrement, sur les sites d'enregistrement de MidGul, GulSho, et ShoHald, respectivement. Ces détections ont eu lieu tout au long de l'année dans le Gully. Sur le site de ShoHald, des clics de baleines à bec communes ont été détectés pendant tous les mois d'effort d'enregistrement, tandis que sur le site de GulSho, aucune détection n'a eu lieu en septembre, en novembre ou en décembre 2013, ni en août ou en septembre 2014. Aux deux sites d'enregistrement entre les canyons, la détection des baleines à bec communes semble être plus saisonnière que dans le Gully, avec des taux de détection plus élevés de février à juin de chaque année (figure 3 et figure 4).

Il a été estimé que la sensibilité de détection (rappel) des clics de baleine à bec commune (par fichier d'enregistrement acoustique) était comprise entre 0,75 et 0,90 sur l'ensemble des sites, ce qui indique que sur chaque site, 75 à 90 % des fichiers contenant des clics de baleine à bec commune ont été détectés. Les résultats sont présentés ici sur la base de la présence horaire et quotidienne de détections de clics. Il est important de noter que le rappel sera plus élevé à ces deux échelles temporelles que sur la base du nombre de fichiers avec lesquels il a été estimé, puisqu'il y avait 3-4 fichiers acoustiques enregistrés par heure et 72-96 fichiers enregistrés par jour. Comme toutes les détections ont été validées manuellement et que les fausses détections ont été éliminées de l'analyse, la spécificité (précision) des résultats est considérée comme étant de 100 %.

RELEVÉS VISUELS

Les lieux d'observation des baleines à bec communes et l'effort de relevé visuel horaire au cours de six années, entre 2001 et 2017, sont présentés à la figure 5. Les observations sont basées sur le premier emplacement enregistré lors des relevés visuels et des rencontres comportementales plus longues avec des baleines à bec communes. Ces coordonnées reflètent la position du navire qui se trouvait généralement à une distance de 10 à 1 000 m des animaux observés. Bien que l'effort de relevé se soit étendu au-delà du Gully au cours de ces années, la densité de l'effort visuel à l'extérieur du Gully et entre les canyons était très faible, et représentait moins de 30 minutes par km², par rapport à celle à l'intérieur des canyons, qui s'élevait à plus de six heures par km² dans certaines zones (figure 5). En 2001, en 2002, en 2011 et de 2015 à 2017, toutes les rencontres visuelles avec des baleines à bec communes sur le plateau néo-écossais ont eu lieu dans les zones de canyon. On a observé 265 individus dans le Gully, 83 dans le canyon Shortland et 53 dans le canyon Haldimand en 82 jours de relevé (tableau 1). La densité maximale des observations (14 par km²) a eu lieu dans les zones les plus profondes de chaque canyon. Dans le Gully, la densité des observations semble être la plus élevée du côté nord-est du canyon, à la limite de l'habitat essentiel, près de la caractéristique bathymétrique connue sous le nom de Southwest Prong (figure 5). Au moment des rencontres où des observations comportementales ont été enregistrées pendant de plus

longues périodes, on a observé des individus se déplaçant en dehors de la limite de l'habitat essentiel pour traverser le Southwest Prong (L. Feyrer, observation personnelle).

ENREGISTREMENTS ACOUSTIQUES À L'AIDE D'UN RÉSEAU REMORQUÉ

L'effort d'enregistrement acoustique et les détections validées de baleines à bec communes provenant des relevés menés en bordure du plateau et des relevés opportunistes en 2015-2017 sont présentés à la figure 6. Bien que les relevés en bordure du plateau et les relevés opportunistes aient dépassé les limites actuelles de l'unité désignée de la population du plateau néo-écossais, pour le présent rapport, des statistiques sommaires ont été calculées en fonction de l'étendue des relevés menés dans cette région. Au cours de cette période, 770 heures d'enregistrement ont été recueillies dans la région du plateau néo-écossais, dont environ 398 heures dans les zones d'habitat essentiel et 60 % dans le Gully. Comme pour les relevés visuels, l'effort d'enregistrement était plus élevé dans les zones d'habitat essentiel, avec un effort maximal de 402 minutes par km², alors qu'il était beaucoup plus faible en dehors de l'habitat essentiel, avec un effort maximal de 42 minutes par km². La validation manuelle des détections de clics émis par des baleines à bec communes comprenait 115 heures (15 %) de tous les enregistrements réalisés sur le plateau néo-écossais (45 heures à l'intérieur de l'habitat essentiel et 70 heures à l'extérieur). Dans les zones d'habitat essentiel, 126 détections de baleines à bec communes ont été confirmées sur 14 jours différents, dans les canyons Gully (N = 74), Haldimand (N = 40) et Shortland (N = 12). En dehors des zones d'habitat essentiel, 35 détections ont été confirmées au cours des trois années; 29 d'entre elles ont eu lieu dans un rayon de 50 km autour des zones de canyon, principalement entre les canyons et au nord-est de la région, le long de la bordure du plateau. Des détections ont eu lieu entre les canyons et juste à l'extérieur de ceux-ci pendant quatre jours consécutifs de relevés en 2015, un jour en 2016 et un jour en 2017, et elles étaient généralement regroupées le long de la courbe de niveau de 1 000 m. Bien que l'effort de relevé dans les eaux de plus de 2 000 m de profondeur ait été limité, il n'y a eu aucune détection confirmée de baleines à bec communes dans les régions présentant des eaux plus profondes.

Ces résultats font partie d'un projet en cours pour lequel les analyses ne sont pas encore terminées, et représentent une première estimation minimale de l'étendue et de la répartition des détections de baleines à bec communes lors des relevés acoustiques menés dans la zone. Puisque ces détections ont été validées manuellement et que les fausses détections ont été éliminées, la précision de ces résultats est considérée comme étant de 100 %.

ANALYSES DE PHOTO-IDENTIFICATION

Effort dans le Gully

Pendant la période de 1988 à 2017, 24 années comptent des données de photo-identification et 21 années comptent des efforts menés sur plus d'une journée, soit un total de 238 jours de relevés dans le Gully. En utilisant uniquement les photographies de haute qualité (note \geq Q3, N = 22 835), on compte au total 572 (188 individus présentant une marque fiable) identifications du côté gauche et 557 (183 individus présentant une marque fiable) du côté droit de baleines à bec communes. Une courbe d'accumulation des nouvelles identifications par année est présentée pour toutes les identifications et pour les individus présentant une marque fiable uniquement à la figure 7.

Effort en dehors du Gully

Au cours des six années de relevés qui ont eu lieu entre 2001 et 2017 et qui incluaient les autres canyons du plateau néo-écossais, 16 874 photographies de haute qualité (\geq Q3) de

baleines à bec communes ont été prises. Toutes les photo-identifications uniques trouvées dans chaque site pendant cette période sont détaillées au tableau 2.

Identifications multiples entre les canyons Gully, Shortland et Haldimand

Au cours des six années de relevés dans tous les canyons, plusieurs individus (66 identifications du côté gauche, 68 identifications du côté droit) ayant été identifiés dans le Gully ont également été observés dans un ou plusieurs des autres canyons (tableau 2 et tableau 3). Bien que l'effort de relevé dans les autres canyons ait été bien moins important que dans le Gully au cours de cette période, le taux d'identification quotidien était globalement similaire, avec une moyenne de 8,1 baleines par jour identifiées dans le Gully et dans les autres canyons.

ANALYSES DES DÉPLACEMENTS ET DES POPULATIONS

1) Modélisation du taux d'identification décalée

Résidence dans le Gully

Le temps de résidence, dans l'ensemble de données sur le Gully uniquement, a été calculé sur deux échelles de temps. La première de ces échelles a utilisé toutes les identifications et le TID calculé sur une période de 100 jours, en partant du principe que les marques plus subtiles ne changeraient pas au cours de cette période (figure 8a). La seconde n'a utilisé que les individus présentant des marques fiables et le TID calculé sur une période de 1 000 jours afin de comprendre les profils de déplacement des animaux dans le Gully sur des périodes plus longues (figure 8b). Sur la valeur presque identique au critère d'information d'Akaike minimale, c'est le modèle (c) Émigration - Réimmigration + Mortalité qui a donné les meilleurs résultats sur les deux ensembles de données, bien que les erreurs types (ET) soient élevées pour les estimations des paramètres lorsqu'on inclut les ID d'individus ne présentant pas une marque fiable (tableau 4).

Les modèles pour l'ensemble de données concernant les individus présentant une marque fiable semblent indiquer que la durée moyenne de résidence dans le Gully était de 10 à 25 jours, avec environ 20 individus présentant une marque fiable (ou environ 40 individus au total) se trouvant dans le Gully à tout moment. Pour les baleines présentant une marque fiable qui reviennent, les estimations de la durée de résidence à l'extérieur du Gully sont moins précises, mais semblent aller de quelques jours à plusieurs mois, à l'intérieur de l'intervalle de confiance à 95 %. Les autres paramètres estimés à partir de tous les modèles d'identification ont une ET élevée et ne sont pas suffisamment précis pour être d'une grande utilité.

Résidence dans la zone du plateau néo-écossais

Pour les six années où l'effort de relevé a eu lieu à l'extérieur du Gully, nous avons évalué la résidence et les déplacements en nous basant sur les baleines observées dans toute la zone. Les modèles les plus ajustés des déplacements à l'intérieur des zones et entre celles-ci sont décrits à la figure 9 et au tableau 5. En ce qui concerne la résidence dans la même zone, les modèles Émigration - Réimmigration sont les plus adaptés, tandis que pour les déplacements vers des zones différentes, les modèles Migration - Échange complet sont les plus adaptés aux données sur les déplacements. Les modèles relatifs aux déplacements entre les zones semblent indiquer que la probabilité qu'un individu se déplace vers une zone différente sur une période de 1 à 10 jours était inférieure à la moitié de la probabilité qu'il reste dans la même zone. La probabilité de déplacement augmente après environ 22 jours, et après 40 jours, les probabilités de déplacement ou de résidence dans n'importe quelle zone (le Gully ou les autres canyons) sont presque équivalentes.

Différences dans les profils de résidence entre la zone du Gully et la zone des autres canyons

Pour l'ensemble de données élargi, nous avons également cherché à déterminer s'il existait des différences propres à la zone du Gully ou à la zone des autres canyons en matière de résidence et de déplacements. En utilisant les modèles LIR, nous avons estimé la résidence d'un individu dans le Gully séparément de la résidence de ceux que l'on trouve dans les autres canyons. Nous avons ensuite évalué les différences dans les déplacements des autres canyons vers le Gully, et les déplacements du Gully vers les autres canyons. Les estimations de la résidence et des déplacements dans chacune des zones et les modèles qui sont les plus adaptés sont présentés à la figure 10. Les estimations de la résidence moyenne dans les modèles Gully-Gully et Gully-autres canyons semblent indiquer que les baleines restent dans le Gully pendant une période de 20 à 40 jours avant de se déplacer vers les autres canyons (figure 10d, figure 10c). En ce qui concerne la zone des autres canyons, pour laquelle on disposait de moins de données, la résidence semblait plus faible sur des périodes plus courtes avec des valeurs culminant autour de 10 jours, même si les valeurs élevées d'ET rendent ces estimations du modèle incertaines (figure 10a). La probabilité d'un déplacement de la zone des autres canyons vers la zone du Gully était constamment faible sur tous les décalages dans le temps, avec une moyenne inférieure à 0,01 (figure 10b). Cependant, les tendances relatives aux déplacements du Gully vers les autres canyons indiquent que la probabilité de déplacement était plus faible sur des périodes plus courtes (< 10 jours) pour augmenter ensuite. Dans l'ensemble, les tendances étaient cohérentes, la résidence dans le Gully étant d'environ 20 jours, et les probabilités de déplacement entre tous les canyons étant similaires après quelques mois. Bien que l'on constate un certain niveau d'incertitude, les résultats semblent indiquer que les habitudes de résidence peuvent différer entre le Gully et les autres canyons.

2) Modèles de mobilité de Markov entre les canyons

Les modèles de déplacement de toutes les identifications et des identifications d'individus présentant une marque fiable sur une période de sept jours ont donné des résultats semblables (tableau 6). Pour les modèles basés sur toutes les identifications, les résultats suggèrent une probabilité de 0,89 que tout individu trouvé dans le Gully y reste pendant une période d'une semaine, ce qui signifie qu'il existe une probabilité inverse d'environ 0,11 qu'un individu trouvé dans le Gully se déplace vers un autre canyon ou dans une zone extérieure. Cela équivaut à environ un individu quittant le Gully par jour, sur la base d'une taille de la population à l'équilibre estimée à 63 (ET \pm 9,8) individus présents dans le Gully à un moment donné. La probabilité de déplacement à partir des autres canyons est similaire à celle du Gully, mais celle concernant un déplacement à partir d'une zone extérieure est plus élevée. La probabilité d'un déplacement des autres canyons vers le Gully sur une période de 7 jours (0,11; ET \pm 0,03) est légèrement supérieure à celle d'un déplacement du Gully vers les autres canyons (0,082; ET \pm 0,03). La probabilité d'un déplacement d'une zone extérieure à destination (0,001; ET \pm 0,21) ou en provenance (0,025; ET \pm 15,1) du Gully est également différente, bien que l'incertitude soit élevée pour les estimations des zones extérieures. À cette échelle, il semble qu'il y ait un faible taux de déplacement à destination et en provenance du Gully, avec des individus venant des autres canyons et des zones extérieures.

Pour les modèles qui ne tenaient compte que des identifications d'individus présentant une marque fiable, les probabilités de déplacement ressemblaient aux estimations basées sur l'ensemble des identifications (tableau 7). Les différences entre les mouvements d'une zone extérieure vers le Gully et vers les autres canyons comprennent des ET plus élevés dans certains cas, et des augmentations marginales des probabilités de déplacement entre les zones. D'après les estimations de la population à l'équilibre, environ 6 baleines se déplacent du Gully vers les autres canyons en une semaine, et environ 1,5 baleine se déplace du Gully vers une zone extérieure (tableau 7). Depuis les autres canyons, environ 8 individus se déplacent

vers le Gully en une semaine, tandis que les déplacements vers une zone extérieure sont très incertains. Les estimations de la taille de la population à l'équilibre dans les zones extérieures présentent des ET élevées, et il ne serait pas approprié d'indiquer un déplacement selon le nombre d'individus. Malgré l'incertitude concernant le niveau des déplacements vers et depuis une zone extérieure, les résultats semblent indiquer que des mouvements ont bien lieu en dehors des canyons Gully, Shortland et Haldimand sur des périodes temporelles relativement courtes, ce qui vient étayer d'autres sources de données indiquant que la population n'est pas complètement fermée à cette échelle spatiale.

DISCUSSION

PRÉSENCE DE L'ESPÈCE DANS LES ZONES ENTRE LES CANYONS

La surveillance acoustique passive est une méthode efficace pour évaluer les répartitions spatiales et temporelles des cétacés, et peut s'avérer particulièrement utile pour comprendre les profils d'utilisation de l'habitat des espèces qui plongent profondément comme les baleines à bec (p. ex. Baumann-Pickering *et al.* 2014, Stanistreet *et al.* 2017). Dans cette étude, la surveillance acoustique passive menée tout au long de l'année sur des sites d'enregistrement situés entre les canyons Gully, Shortland et Haldimand a fourni la preuve que les baleines à bec communes étaient présentes dans ces zones entre les canyons pendant la majeure partie de l'année. Parmi les zones entre les canyons surveillées, nous avons constaté une présence globale plus élevée sur le site d'enregistrement ShoHald, qui se trouve entre les canyons Shortland et Haldimand. Cela peut être dû en partie au fait que ce site se trouve plus près de l'embouchure du canyon Haldimand, tandis que le site GulSho était situé à peu près à équidistance entre le Gully et le canyon Shortland. Nous n'avons pas recueilli d'enregistrements à l'intérieur des canyons Shortland ou Haldimand dans le cadre de cette étude, mais les résultats d'une étude antérieure de surveillance acoustique passive sur le plateau néo-écossais réalisée par Moors (2012) révélaient que les clics probablement émis par des baleines à bec communes étaient détectés à des taux similaires à l'intérieur de ces deux canyons et dans les zones entre les canyons le long de la pente. Même si les systèmes d'enregistrement utilisés par Moors (2012) n'avaient pas une largeur de bande suffisante pour identifier catégoriquement les clics d'écholocation des baleines à bec communes, nos résultats appuient les conclusions initiales de cette étude, selon lesquelles les baleines à bec communes pourraient être présentes dans les zones entre les canyons toute l'année, quelle que soit la saison. Par ailleurs, nous avons pu mieux évaluer les variations saisonnières des taux de détection grâce à des enregistrements recueillis de manière quasi continue pendant deux ans. Les détections de baleines à bec communes dans les deux sites entre les canyons présentaient un profil saisonnier semblable, avec des taux de détection plus élevés au printemps, suivis d'une diminution des détections en été et en automne. On ignore si cette variation saisonnière dans les taux de détection reflète un changement dans la densité ou la répartition des baleines au cours de l'année, ou encore un changement lié aux activités de recherche de nourriture qui se produisent à proximité des enregistreurs.

La détection des clics d'écholocation des baleines à bec communes sur les enregistreurs ancrés sur le fond indique qu'elles s'alimentent ou, au moins, effectuent des plongées exploratoires près des sites d'enregistrement. Les baleines à bec communes peuvent produire des clics à la surface ou près de la surface dans des contextes sociaux (Hooker et Whitehead 2002). Toutefois, ces clics sont moins susceptibles de se propager jusqu'aux enregistreurs ancrés sur le fond de la mer. Dans cette étude, les clics que nous avons détectés à l'aide des enregistreurs ancrés sur le fond présentaient les caractéristiques typiques des clics d'écholocation produits pendant les plongées profondes à la recherche de nourriture

(Wahlberg *et al.* 2011, Clarke *et al.* 2019). On estime généralement que les distances de détection des clics des baleines à bec sur des enregistreurs ancrés sur le fond ne dépassent pas quelques kilomètres (p. ex. Hildebrand *et al.* 2015). Il est possible que des baleines se trouvant juste à l'intérieur du coin sud-ouest de la zone d'habitat essentiel du canyon Haldimand aient été détectées sur le site d'enregistrement ShoHald, mais les baleines s'alimentant dans l'une ou l'autre des zones centrales du canyon, où la plus grande densité d'observations a eu lieu (figure 5), n'auraient pas été détectées sur l'un ou l'autre des sites d'enregistrement entre les canyons en raison de l'atténuation des signaux acoustiques à haute fréquence sur ces distances.

La surveillance acoustique passive est une méthode efficace pour détecter les baleines à bec communes engagées dans une activité de recherche de nourriture, mais elle ne permet pas de détecter les baleines qui passent dans une zone sans vocaliser. Une série de plongées silencieuses et peu profondes effectuées entre des plongées profondes à la recherche de nourriture est l'une des caractéristiques que l'on constate communément dans le comportement de plongée de plusieurs espèces de baleines à bec (p. ex. Tyack *et al.* 2006), et les baleines à bec communes présentent des profils de plongée similaires, produisant habituellement des clics d'écholocation uniquement à des profondeurs supérieures à 200 m (Hooker et Baird 1999, Miller *et al.* 2015). La possibilité de détecter des baleines à bec communes sur des enregistreurs ancrés sur le fond se limite donc à la période de vocalisation au cours de ces plongées profondes à la recherche de nourriture. Ici, les enregistrements ont été recueillis en utilisant des programmes d'enregistrement selon le facteur d'utilisation afin de prolonger la durée de déploiement de chaque instrument, et les enregistrements à haute fréquence représentent moins de 15 % de la durée totale de déploiement de chaque instrument. Les enregistrements selon le facteur d'utilisation sont susceptibles de donner lieu à une sous-estimation de la présence des baleines à bec, notamment dans les sites où les baleines sont présentes de manière peu fréquente ou en faible nombre (Stanistreet *et al.* 2016). De plus, un petit pourcentage de clics de baleines à bec communes dans les enregistrements a été manqué dans le processus de détection, ce qui contribue à une possible sous-estimation de la présence de l'espèce. Par conséquent, les résultats présentés ici fournissent une estimation prudente de la présence minimale des baleines à bec communes dans chaque site d'enregistrement, et des baleines peuvent être présentes dans ces zones plus souvent que ne l'indiquent les enregistrements acoustiques.

Les observations visuelles constituent un complément utile aux données acoustiques pour évaluer la présence de cette espèce, car elles ont lieu lorsque les baleines sont à la surface plutôt qu'en profondeur, et les relevés menés par les navires couvrent généralement une zone géographique plus large que ne le permet la portée de détection des enregistreurs fixes ancrés sur le fond. Par le passé, l'effort de relevé visuel le long du plateau néo-écossais a été extrêmement faible dans les zones entre les canyons par rapport à la zone intérieure des canyons, avec une concentration évidente sur le Gully. Nous avertissons donc le lecteur que la répartition des observations doit être soigneusement interprétée dans le contexte de la densité relative de l'effort de relevé. La majorité des relevés visuels mentionnés dans le présent rapport ont été effectués à l'intérieur et à proximité du Gully et, dans une moindre mesure, dans les canyons Shortland et Haldimand, et aucune baleine à bec commune n'a été observée au cours des relevés visuels plus limités effectués à l'extérieur des canyons. Cependant, la concentration de l'effort de relevé visuel sur le Gully donne un aperçu de l'utilisation de l'habitat dans et autour de cette zone d'habitat essentiel à une échelle spatiale plus fine. En particulier, les données d'observation des baleines à bec communes dans le Gully au cours de six années de relevé indiquent que la densité des observations est au plus haut juste à l'intérieur de la limite nord-est de l'habitat essentiel, près de la caractéristique bathymétrique moins profonde que l'on appelle Southwest Prong. Il importe de noter que ces points indiquent le premier endroit enregistré où

des baleines à bec communes ont été trouvées, avec une précision spatiale de 10 à 1 000 m, et qu'il ne faut pas interpréter cet élément comme signifiant que les baleines restent strictement dans les limites de leur habitat essentiel. Les relevés visuels et comportementaux des baleines à bec communes commencent généralement à l'intérieur de la zone centrale de l'habitat essentiel, de sorte que la plupart des observations sont enregistrées comme commençant dans cette zone par défaut. Les cartes présentées ici ne tiennent pas compte du déplacement des baleines à une certaine distance du lieu d'observation initial et même en dehors des limites de l'habitat essentiel, ce qui a été observé lors de rencontres plus longues. Des individus ont notamment été observés traversant le Southwest Prong (L. Feyrer, observation personnelle). Cette caractéristique est exclue de l'habitat essentiel désigné en raison de son profil de profondeur plus faible, mais elle ne représente pas un obstacle aux déplacements des baleines à bec communes qui accèdent aux eaux plus profondes de part et d'autre ou qui se déplacent entre le Gully et les zones entre les canyons.

L'effort d'enregistrement acoustique au cours des relevés par bateau n'a eu lieu que ces trois dernières années, mais il a permis d'obtenir une couverture plus étendue que l'effort de relevé visuel, puisqu'il est possible de recueillir des enregistrements acoustiques la nuit et dans un plus large éventail de conditions météorologiques. L'effort d'enregistrement acoustique et les détections étaient toujours orientés vers les zones de canyon et de bord de pente, et bien qu'il y ait eu un certain nombre de détections de baleines à bec communes à l'extérieur des zones d'habitat essentiel, aucune n'a été trouvée lors des relevés s'étendant au-delà de la pente jusqu'à des eaux de plus de 2 000 m de profondeur environ. La plupart des détections à l'extérieur de l'habitat essentiel désigné se sont produites dans des zones situées entre les canyons ou à moins de 50 km de l'habitat essentiel, et ces détections étaient généralement regroupées le long de l'isobathe de 1 000 m. Bien que ces résultats représentent une analyse préliminaire axée sur les détections recueillies lors des relevés en bordure du plateau, ils confirment que cette zone est utilisée par les baleines à bec communes qui se déplacent et s'alimentent entre les canyons. Une analyse plus poussée des enregistrements de cet ensemble de données permettra de confirmer l'étendue et la répartition des baleines à bec communes dans les eaux situées à plus de 1 000 m de profondeur et dans les zones situées en dehors des canyons.

PROFILS DE RÉSIDENCE ET DE DÉPLACEMENT À L'INTÉRIEUR DES CANYONS, ENTRE LES CANYONS ET EN DEHORS DES CANYONS

Six années de relevés de photo-identification dans les canyons Gully, Shortland et Haldimand ont permis d'identifier un certain nombre de baleines à bec communes qui se déplaçaient entre ces canyons sur différentes échelles de temps, à savoir de quelques semaines à plusieurs mois, voire des années. Cet effort a également fourni un ensemble de données élargi pour analyser les profils de résidence et de déplacement des baleines à bec communes rapportés pour la première fois par Wimmer et Whitehead (2004). Les résultats des modèles de résidence et de déplacement présentés ici indiquent un fort degré de connectivité entre les trois canyons, et laissent croire que la population est ouverte à l'immigration et à l'émigration en provenance et à destination d'autres zones extérieures.

Les résultats des modèles de taux d'identification décalée (TID) utilisant les données de photo-identification du Gully semblent indiquer que la probabilité de résidence dans le Gully est initialement élevée et reste stable sur une période de 10 à 20 jours, ce qui est conforme aux études précédentes (Wimmer et Whitehead 2004). Bien que les estimations soient moins précises pour la résidence à l'extérieur du Gully, il semble que les individus de cette espèce passent de quelques jours à deux mois à l'extérieur du Gully avant d'y retourner. Ces profils restent largement identiques lorsque les photo-identifications tirées des autres canyons sont

ajoutées aux modèles. Les modèles de TID pour la résidence dans les autres canyons affichent des intervalles de confiance plus grands, en raison du nombre plus limité de points de données sur ces sites, et ne semblent pas s'adapter aux données aussi bien que les modèles concernant le Gully. Cependant, les modèles de TID pour les autres canyons indiquent que la probabilité de résidence est initialement plus faible, puis augmente autour de 10 jours, ce qui semble indiquer que les profils de déplacement et de résidence dans ces zones seraient différents de ceux du Gully. Si les profils de déplacement et de résidence dans le Gully sont différents de ceux des autres canyons, compte tenu des hypothèses des modèles de TID, il ne serait pas approprié de modéliser l'ensemble de la région comme une seule zone d'échantillonnage. En définitive, il faut davantage de données de photo-identification dans les autres canyons pour comprendre l'importance des différences potentielles entre le Gully et les autres canyons, ainsi que pour étudier les différences entre les canyons Shortland et Haldimand. Des études supplémentaires sont également requises pour comprendre les motivations et les contraintes des déplacements et de la résidence des baleines à bec communes dans ces zones.

Les résultats des modèles de mobilité de Markov confirment largement les résultats du modèle TID, semblant indiquer qu'il existerait une différence dans les profils de déplacement vers et depuis le Gully par rapport aux autres canyons. En utilisant ces modèles de Markov, nous avons estimé un taux constant, mais faible de déplacement à destination et en provenance du Gully, au rythme d'un individu par jour. Compte tenu de ce taux de déplacement, en six mois, la majeure partie de la population (actuellement estimée à 127 individus) se sera déplacée entre le Gully et d'autres canyons du plateau néo-écossais. Une fois encore, ces résultats soulignent le fort degré de connectivité entre les canyons, ce qui donne à penser que si le Gully est la zone d'habitat la plus utilisée, les trois canyons peuvent être visités par tous les individus de la population.

Dans une étude antérieure utilisant des données de photo-identification recueillies dans les trois canyons en 2001 et en 2002, Wimmer et Whitehead (2004) ont constaté que la population ne se mélangeait pas complètement sur cette échelle de temps de 2 ans, et que certains individus semblaient avoir une préférence pour un canyon particulier. Ici, nous avons élargi l'analyse initiale menée par Wimmer et Whitehead (2004) en ajoutant quatre années supplémentaires de données de photo-identification sur une période de 16 ans. Avec cet ensemble de données élargi, nous n'avons pas trouvé la preuve qu'il existerait une préférence pour des sites particuliers parmi les individus. Certains individus n'ont été identifiés de façon concluante que dans le Gully à ce jour, ce qui pourrait indiquer la possibilité d'une population résidente. Toutefois, les relevés de photo-identification n'ont été effectués de façon constante qu'au cours des mois d'été, et nous ne pouvons pas rendre compte des déplacements des individus qui pourraient se produire au cours des autres saisons ou des années sans relevé. Alors que la modélisation des déplacements comporte des incertitudes en dehors de la saison des relevés, les résultats de la surveillance acoustique passive entre les canyons tout au long de l'année montrent que les baleines sont présentes dans les zones entre les canyons pendant la majeure partie de l'année. Les détections acoustiques dans ces zones situées entre les canyons étaient les plus élevées au printemps, tandis que les détections diminuaient pendant l'été sur tous les sites d'enregistrement, y compris dans le Gully. Cela semble indiquer que, si les mouvements sont estimés en utilisant des ensembles de données recueillis uniquement en été, les résultats du modèle pourraient en fait sous-estimer le degré de déplacement entre les sites se produisant à d'autres moments de l'année.

D'autres études sont nécessaires pour comprendre les facteurs écologiques et/ou sociaux à l'origine des profils de déplacement observés. Hooker *et al.* (2002b) sous-entendent que la répartition des baleines à bec communes dans le Gully est largement déterminée par la répartition de leurs proies et les possibilités de recherche de nourriture, et qu'il peut donc exister

un facteur dépendant de la densité pour les déplacements à destination et en provenance du canyon lorsque l'abondance et la disponibilité des proies fluctuent. Les facteurs sociaux peuvent également jouer un rôle dans les profils de résidence et de déplacement des baleines à bec communes. Selon Wimmer et Whitehead (2004), les mâles se déplacent entre les canyons plus fréquemment que les femelles, en moyenne, ce qui semble indiquer que la répartition des femelles est principalement motivée par la disponibilité des proies, tandis que les déplacements des mâles peuvent également renvoyer à l'accès aux femelles et les possibilités d'accouplement. Nous n'avons évalué aucun biais potentiel en fonction du sexe dans les modèles de déplacement présentés ici, mais des analyses supplémentaires peuvent être menées en utilisant l'ensemble des données de photo-identification existantes pour mieux répondre à ces questions.

Les modèles de déplacement TID et les modèles de mobilité de Markov indiquent que les baleines à bec communes se déplacent non seulement entre les canyons, mais aussi vers et depuis des zones extérieures, ce qui semble indiquer que la population n'est pas fermée à l'immigration de régions situées au-delà de l'habitat essentiel désigné aujourd'hui. Aucune correspondance claire de photo-identification n'a été faite entre la population du plateau néo-écossais et les ensembles de données limités disponibles pour les baleines à bec communes que l'on croise au large de Terre-Neuve, du Labrador ou du détroit de Davis (L. Feyrer, données non publiées). Cependant, notre compréhension actuelle de la structure génétique de ces populations semble indiquer qu'il existe un faible niveau de migration entre ces régions, ce qui est pourtant particulièrement important pour maintenir la diversité génétique de la petite population du plateau néo-écossais (Feyrer *et al.* 2019). L'étendue géographique de l'habitat utilisé par la population du plateau néo-écossais s'étend probablement au-delà du Gully et des autres canyons où cette population a été le plus étudiée. Des observations opportunistes de baleines à bec communes ont eu lieu plus largement dans toute la région du plateau néo-écossais (voir annexe, figure A1). De plus, les enregistrements de baleines à bec communes aperçues le long de bordure du plateau au large de Terre-Neuve (p. ex. Gomez *et al.* 2017) et les observations récentes sur plusieurs années de relevés le long de l'Éperon de Sackville, situé à l'est de Terre-Neuve, près du Bonnet Flamand (L. Feyrer, observation personnelle), insinuent que la description actuelle de la structure de la population de baleines à bec communes au large de l'est du Canada est incomplète. Les études génétiques et acoustiques en cours permettront de répondre à des questions plus larges sur la structure et la connectivité des populations (Feyrer *et al.* 2019).

CARACTÉRISTIQUES DE L'HABITAT ENTRE LES CANYONS ET RISQUES POUR CET HABITAT

Les fonctions biophysiques importantes de l'habitat pour les baleines à bec communes comprennent le soutien des processus vitaux tels que la recherche de nourriture, la socialisation, l'accouplement, la mise bas et l'élevage des jeunes. On présume que les canyons Gully, Shortland et Haldimand soutiennent toutes les fonctions nécessaires au cycle biologique des baleines à bec communes sur le plateau néo-écossais, mais on ne sait pas si les trois canyons remplissent l'ensemble de ces fonctions (Pêches et Océans Canada 2016). Ici, les détections acoustiques de baleines à bec communes sur les sites de surveillance entre les canyons prouvent que des individus sont présents et s'alimentent dans les zones situées entre les canyons pendant la majeure partie de l'année. Les résultats des modèles de résidence et de déplacement semblent indiquer que les individus de la population du plateau néo-écossais se déplacent fréquemment entre les trois canyons, et que les zones entre les canyons servent probablement d'importants couloirs de déplacement et d'habitat de recherche de nourriture. On ignore si ces zones entre les canyons sont également des zones importantes pour la

socialisation, l'accouplement, la mise bas et l'élevage des jeunes, comme c'est la fonction présumée des habitats à l'intérieur des trois canyons.

On présume que les caractéristiques et les attributs biophysiques de cet habitat entre les canyons sont semblables à ceux des canyons : eaux profondes, topographie abrupte, accès à des proies en quantité et en qualité suffisantes, environnement acoustique adéquat pour favoriser la recherche de nourriture et les déplacements, et espace adéquat pour permettre le déplacement sans entrave des individus (Pêches et Océans Canada 2016). Les canyons sont une caractéristique unique du plateau néo-écossais, et en particulier le Gully, qui a une grande influence sur l'océanographie locale, entraînant probablement une productivité accrue et le regroupement de proies (Hooker *et al.* 2002a, Moors-Murphy 2014). Cependant, les baleines à bec communes ne sont pas fortement associées aux canyons sous-marins dans d'autres régions de l'Atlantique Nord, notamment dans le détroit de Davis (Benjaminsen et Christensen 1979). La profondeur, la pente topographique et la température de l'eau à la surface de la mer ont été identifiées comme des caractéristiques d'habitat globalement plus importantes (Hooker *et al.* 2002b, Gomez *et al.* 2017). Outre le plateau néo-écossais, Gomez et ses collaborateurs (2017) ont trouvé un habitat potentiel pour les baleines à bec communes le long des marges extérieures des plateaux continentaux, au large de Terre-Neuve et du Labrador, ainsi que dans les zones au large près du Bonnet flamand. Ils ont par conséquent recommandé une surveillance plus poussée dans ces zones afin de mieux caractériser l'habitat important pour cette espèce.

Le Programme de rétablissement de la population du plateau néo-écossais de la baleine à bec commune recense plusieurs exemples d'activités susceptibles de détruire l'habitat essentiel, notamment les perturbations acoustiques, les changements dans les sources alimentaires, les contaminants et l'altération des conditions biologiques et physiques de l'océan (Pêches et Océans Canada 2016). Les zones entre les canyons sont susceptibles d'être confrontées aux mêmes risques pour l'habitat que ceux décrits pour les zones d'habitat essentiel déjà désignées. De plus, compte tenu de l'importance de ces zones en tant que couloirs de déplacement, les obstacles physiques (p. ex. de fortes densités d'engins ou de bateaux de pêche) qui pourraient empêcher les déplacements peuvent poser un risque pour la fonction de l'habitat. Parmi les autres menaces qui pèsent sur l'espèce, mentionnons le risque de collision avec des navires, l'ingestion de débris, comme des matières plastiques, et l'enchevêtrement dans des engins de pêche, des menaces qui ont toutes été documentées pour les baleines à bec communes et d'autres espèces de baleines à bec sur le plateau néo-écossais et ailleurs (Narazaki 2013, Fernández *et al.* 2014, Pêches et Océans Canada 2017, Lusher *et al.* 2018).

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les résultats présentés et discutés dans le présent article soulignent le haut niveau de connectivité entre les canyons Gully, Shortland et Haldimand pour les baleines à bec communes du plateau néo-écossais. Les zones entre les canyons, qui se trouvent entre des zones d'habitat essentiel existantes, sont utilisées tout au long de l'année comme habitat de recherche de nourriture et fonctionnent probablement comme d'importants couloirs nécessaires aux déplacements entre les habitats principaux des canyons. Nous sous-entendons que ces zones constituent un habitat important, reliant fonctionnellement les trois canyons (figure 11). Nous délimitons la zone désignée comme un habitat important en utilisant la courbe de niveau de 500 m comme limite supérieure, et des lignes droites reliant les coins inférieurs des zones d'habitat existantes comme limite inférieure. La limite inférieure est représentée par une ligne en pointillé à la figure 11, ce qui permet de souligner la rareté des données sur lesquelles on peut s'appuyer pour délimiter l'habitat en eau plus profonde. De plus, nous mettons en lumière la zone englobant la caractéristique bathymétrique de Southwest Prong, du côté est du Gully,

qui est considérée comme importante pour le déplacement de la baleine à bec commune entre les zones d'habitat essentiel existantes de chaque côté de cette caractéristique et la zone entre les canyons. Bien que notre compréhension de l'étendue totale de l'habitat important pour cette population soit encore incomplète, les données disponibles indiquent que les individus trouvés sur le plateau néo-écossais sont génétiquement liés en tant que population distincte (Feyrer *et al.* 2019), qu'ils se déplacent fréquemment entre les trois canyons et qu'ils s'alimentent régulièrement dans les zones entre les canyons, ce qui semble indiquer que l'habitat important pour cette population est mieux représenté par une zone contiguë.

Des efforts de recherche supplémentaires devraient viser à améliorer notre compréhension de l'étendue complète de l'habitat utilisé par les baleines à bec communes le long du plateau néo-écossais. Il s'agit notamment de prendre en considération les zones situées à l'est et à l'ouest des zones d'habitat essentielles actuelles, les fonctions des différentes zones d'habitat et les facteurs écologiques et sociaux qui déterminent la répartition et les déplacements des baleines à bec communes. Une surveillance acoustique passive à l'aide d'enregistreurs ancrés sur le fond a été menée dans les canyons Logan et Dawson (situés le long du plateau néo-écossais, au sud-ouest du Gully) et ces efforts sont élargis pour inclure des sites supplémentaires dans les eaux du talus, le long de l'ouest du plateau néo-écossais, près de l'embouchure du chenal Laurentien. Lorsqu'ils seront disponibles, ces ensembles de données permettront de mieux comprendre la présence saisonnière et les activités de recherche de nourriture des baleines à bec communes dans d'autres canyons et d'autres zones en bordure du plateau continental qui n'ont pas encore fait l'objet d'études approfondies. Des baleines à bec communes ont été observées de façon opportuniste le long de la majeure partie du plateau néo-écossais (voir l'annexe, figure A1). Des relevés visuels, des relevés acoustiques à l'aide d'un réseau remorqué et des efforts de photo-identification accrus dans d'autres zones du plateau néo-écossais, et en particulier dans la zone qui s'étend du canyon Haldimand au chenal Laurentien, ainsi qu'à l'est de Terre-Neuve, pourraient fournir d'autres renseignements sur l'étendue et l'utilisation du domaine vital de cette population. Comme le souligne le programme de rétablissement (Pêches et Océans Canada 2016), des études sur la répartition et l'abondance des proies permettraient de mieux comprendre les attributs de l'habitat essentiel et contribueraient à la désignation d'autres zones d'habitat important.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Baumann-Pickering, S., McDonald, M.A., Simonis, A.E., Solsona Berga, A., Merkens, K.P.B., Oleson, E.M., Roch, M.A., Wiggins, S.M., Rankin, S., Yack, T.M., and Hildebrand, J.A. 2013. Species-specific beaked whale echolocation signals. *J. Acoust. Soc. Am.* 134(3): 2293–2301.
- Baumann-Pickering, S., Roch, M.A., Brownell Jr, R.L., Simonis, A.E., McDonald, M.A., Solsona-Berga, A., Oleson, E.M., Wiggins, S.M., and Hildebrand, J.A. 2014. Spatio-temporal patterns of beaked whale echolocation signals in the North Pacific. *PLoS One* 9(1): e86072.
- Benjaminsen, T., and Christensen, I. 1979. The natural history of the bottlenose whale, *Hyperoodon ampullatus* (Forster). In *Behaviour of marine animals: current perspectives in research*. Edited by H.E. Winn and B.L. Olla. Plenum Press, New York and London. pp. 143–164.
- Clarke, E., Feyrer, L.J., Moors-Murphy, H., and Stanistreet, J. 2019. Click characteristics of northern bottlenose whales (*Hyperoodon ampullatus*) and Sowerby's beaked whales (*Mesoplodon bidens*) off eastern Canada. *J. Acoust. Soc. Am.* 146(1): 307–315.

-
- Dalebout, M.L., Ruzzante, D.E., Whitehead, H., and Øien, N.I. 2006. Nuclear and mitochondrial markers reveal distinctiveness of a small population of bottlenose whales (*Hyperoodon ampullatus*) in the western North Atlantic. *Mol. Ecol.* 15(11): 3115–3129.
- Fernández, R., Pierce, G.J., MacLeod, C.D., Brownlow, A., Reid, R.J., Rogan, E., Addink, M., Deaville, R., Jepson, P.D., and Santos, M.B. 2014. Strandings of northern bottlenose whales, *Hyperoodon ampullatus*, in the north-east Atlantic: Seasonality and diet. *J. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom* 94(6): 1109–1116.
- Feyrer, L.J., Bentzen, P., Whitehead, H., Paterson, I.G., Einfeldt, A. 2019. Evolutionary impacts differ between two exploited populations of northern bottlenose whale (*Hyperoodon ampullatus*). *Ecol. Evol.* 9:13567–13584.
- Fisheries and Oceans Canada. 2016. Recovery Strategy for the Northern Bottlenose Whale, (*Hyperoodon ampullatus*), Scotian Shelf population, in Atlantic Canadian Waters [Final]. Species at Risk Act Recovery Strategy Series. Fisheries and Oceans Canada, Ottawa. vii + 70 pp.
- Fisheries and Oceans Canada. 2017. Management Plan for the Sowerby's Beaked Whale (*Mesoplodon bidens*) in Canada. Species at Risk Act Management Plan Series. Fisheries and Oceans Canada, Ottawa. iv + 46 pp.
- Gomez, C., Lawson, J., Kouwenberg, A.L., Moors-Murphy, H., Buren, A., Fuentes-Yaco, C., Marotte, E., Wiersma, Y.F., and Wimmer, T. 2017. Predicted distribution of whales at risk: Identifying priority areas to enhance cetacean monitoring in the Northwest Atlantic Ocean. *Endanger. Species Res.* 32(1): 437–458.
- Gowans, S., Whitehead, H., Arch, J.K., and Hooker, S.K. 2000. Population size and residency patterns of northern bottlenose whales (*Hyperoodon ampullatus*) using the Gully, Nova Scotia. *J. Cetacean Res. Manag.* 2(3): 201–210.
- Gowans, S., and Whitehead, H. 2001. Photographic identification of northern bottlenose whales (*Hyperoodon ampullatus*): Sources of heterogeneity from natural marks. *Mar. Mammal Sci.* 17(1): 76–93.
- Hildebrand, J.A., Baumann-Pickering, S., Frasier, K.E., Trickey, J.S., Merckens, K.P., Wiggins, S.M., McDonald, M.A., Garrison, L.P., Harris, D., Marques, T.A., and Thomas, L. 2015. Passive acoustic monitoring of beaked whale densities in the Gulf of Mexico. *Sci. Rep.* 5: 16343.
- Hooker, S.K., and Baird, R.W. 1999. Deep-diving behaviour of the northern bottlenose whale, *Hyperoodon ampullatus* (Cetacea: Ziphiidae). *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 266(1420): 671–676.
- Hooker, S.K., Iverson, S.J., Ostrom, P., and Smith, S.C. 2001. Diet of northern bottlenose whales inferred from fatty-acid and stable-isotope analyses of biopsy samples. *Can. J. Zool.* 79(8): 1442–1454.
- Hooker, S.K., and Whitehead, H. 2002. Click characteristics of northern bottlenose whales (*Hyperoodon ampullatus*). *Mar. Mammal Sci.* 80(1): 69–80.
- Hooker, S.K., Whitehead, H., and Gowans, S. 2002a. Ecosystem consideration in conservation planning: energy demand of foraging bottlenose whales (*Hyperoodon ampullatus*) in a marine protected area. *Biol. Conserv.* 104: 51–58.
- Hooker, S.K., Whitehead, H., Gowans, S., and Baird, R.W. 2002b. Fluctuations in distribution and patterns of individual range use of northern bottlenose whales. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 225: 287–297.
-

-
- Lusher, A.L., Hernandez-Milian, G., Berrow, S., Rogan, E., and O'Connor, I. 2018. Incidence of marine debris in cetaceans stranded and bycaught in Ireland: Recent findings and a review of historical knowledge. *Environ. Pollut.* 232: 467–476.
- Narazaki, T. 2013. Cruise report: Body Condition Project 2013 – *Hyperoodon* Gully Trial. Unpublished report. Sea Mammal Research Unit, University of St. Andrews, UK. 26 pp.
- Miller, P., Kvadsheim, P.H., Lam, F.P.A., Tyack, P.L., Cure, C., DeRuiter, S.L., Kleivane, L., Sivle, L.D., van IJsselmuide, S.P., Visser, F., Wensveen, P.J., von Benda-Beckmann, A.M., Martin Lopez, L.M., Narazaki, T., and Hooker, S.K. 2015. First indications that northern bottlenose whales are sensitive to behavioural disturbance from anthropogenic noise. *R. Soc. Open Sci.* 2(6): 140484.
- Moors, H.B. 2012. Acoustic Monitoring of Scotian Shelf Northern Bottlenose Whales (*Hyperoodon ampullatus*). PhD thesis, Dalhousie University.
- Moors-Murphy, H.B. 2014. Submarine canyons as important habitat for cetaceans, with special reference to the Gully: A review. *Deep. Res. Part II Top. Stud. Oceanogr.* 104: 6–19.
- O'Brien, K., and Whitehead, H. 2013. Population analysis of Endangered northern bottlenose whales on the Scotian Shelf seven years after the establishment of a Marine Protected Area. *Endanger. Species Res.* 21(3): 273–284.
- Reeves, R.R., Mitchell, E., and Whitehead, H. 1993. Status of the Northern Bottlenose Whale, *Hyperoodon ampullatus*. *Can. Field-Naturalist* 107(4): 490–508.
- Stanistreet, J.E., Nowacek, D.P., Read, A.J., Baumann-Pickering, S., Moors-Murphy, H.B., and Van Parijs, S.M. 2016. Effects of duty-cycled passive acoustic recordings on detecting the presence of beaked whales in the northwest Atlantic. *J. Acoust. Soc. Am.* 140(1): EL31-37.
- Stanistreet, J.E., Nowacek, D.P., Baumann-Pickering, S., Bell, J.T., Cholewiak, D.M., Hildebrand, J.A., Hodge, L.E.W., Moors-Murphy, H.B., Van Parijs, S.M., and Read, A.J. 2017. Using passive acoustic monitoring to document the distribution of beaked whale species in the western North Atlantic Ocean. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 74(12): 2098–2109.
- Tyack, P.L., Johnson, M., Soto, N.A., Sturlese, A., and Madsen, P.T. 2006. Extreme diving of beaked whales. *J. Exp. Biol.* 209: 4238–4253.
- Wahlberg, M., Beedholm, K., Heerfordt, A., and Møhl, B. 2011. Characteristics of biosonar signals from the northern bottlenose whale, *Hyperoodon ampullatus*. *J. Acoust. Soc. Am.* 130(5): 3077–3084.
- Whitehead, H. 2001. Analysis of Animal Movement Using Opportunistic Individual Identifications: Application to Sperm Whales. *Ecology* 82(5): 1417–1432.
- Whitehead, H. 2009. SOCPROG programs: Analysing animal social structures. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 63: 765–778.
- Whitehead, H., Gowans, S., Faucher, A., and McCarrey, S.W. 1997. Population analysis of northern bottlenose whales in the Gully, Nova Scotia. *Mar. Mammal Sci.* 13(2): 173–185.
- Whitehead, H., and Wimmer, T. 2005. Heterogeneity and the mark–recapture assessment of the Scotian Shelf population of northern bottlenose whales (*Hyperoodon ampullatus*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 62(11): 2573–2585.
- Wimmer, T., and Whitehead, H. 2004. Movements and distribution of northern bottlenose whales, *Hyperoodon ampullatus*, on the Scotian Slope and in adjacent waters. *Can. J. Zool.* 82: 1782–1794.
-

TABLEAUX

Tableau 1 : Nombre d'observations de baleines à bec communes et nombre de jours avec observations par site au cours des six années de relevés sur le plateau néo-écossais entre 2001 et 2017.

Année	Gully	Shortland	Haldimand	Total	Jours
2001	6	3	3	12	6
2002	28	31	5	67	16
2011	64	9	1	74	20
2015	76	4	15	95	17
2016	83	36	22	141	21
2017	8	0	7	15	2
Total	265	83	53	401	82

Tableau 2 : Nombre de photo-identifications uniques de baleines à bec communes par site, y compris le nombre d'individus observés à plus d'un site, au cours des six années de relevés sur le plateau néo-écossais entre 2001 et 2017.

Sites d'observation	Identifications uniques		Jours d'échantillonnage
	Gauche	Droite	
Gully	149	136	53
Shortland	64	63	13
Haldimand	15	23	9
Gully + Shortland	34	32	-
Gully + Haldimand	20	25	-
Shortland + Haldimand	7	7	-
Gully + Shortland + Haldimand	12	11	-

Tableau 3 : Nombre de photo-identifications uniques du côté gauche de baleines à bec communes par année et par site avec l'effort de relevé annuel (N jours), le nombre de ces photo-identifications retrouvées dans les deux zones et le nombre total de jours de relevé.

Année	Gully	Autres canyons	Identification dans les deux zones (Gully et autres canyons)	Nombre total de jours
2001	26 (2)	18 (4)	1	6
2002	43 (9)	50 (6)	6	16
2011	76 (15)	42 (2)	4	18
2015	78 (14)	12 (3)	4	17
2016	65 (12)	45 (6)	17	18
2017	15 (1)	3 (1)	0	2

Tableau 4 : Modèles de taux d'identification décalée de la résidence concernant les baleines à bec communes dans le Gully. Les estimations de population sont exprimées par jour et sont présentées sous forme d'estimations corrigées (non corrigées entre parenthèses) lorsque seules les identifications d'individus présentant une marque fiable sont utilisées. Le modèle présentant le meilleur ajustement est indiqué en gras.

Description du modèle	Maximum de vraisemblance Valeurs des paramètres	ET autogénérées	Log- vraisemblance cumulée	Valeur presque identique au critère d'information d'Akaike
Toutes les identifications (100 jours, voir fig. 8a)				
Émigration + Mortalité	N = 48,2 Période de résidence moyenne = 44,8	2,66 4,55	-10 544,7	21 091
Émigration - Réimmigration	N = 43,9 Période de résidence moyenne à l'intérieur = 26,1 Période moyenne à l'extérieur = 66,9	3,5 9,09 <i>Très large</i>	-10 539	21 082
Émigration - Réimmigration + Mortalité	N = 38,9 Période de résidence moyenne = 14,2 Période moyenne à l'extérieur = 9,1 Mortalité = 0,014	3,82 367 924 108 988 0,010	-10 534,6	21 075
Identifications d'individus présentant une marque fiable (1 000 jours, voir fig. 8b)				
Émigration + Mortalité	N = 65,8 (33,6) Période de résidence moyenne = 1 059,9	2,48 231,68	-119 122,5	20 403
Émigration - Réimmigration	N = 40,8 (20,8) Période de résidence moyenne à l'intérieur = 20,5 Période moyenne à l'extérieur = 34,4	2,05 6,46 9,83	-11 851,9	20 303
Émigration - Réimmigration + Mortalité	N = 39,3 (20,05) Période de résidence moyenne = 16,5 Période moyenne à l'extérieur = 24,2 Mortalité = 0,00024121	2,15 6,2 9,8 0,000242	-11 851,2	20 302

Tableau 5 : Probabilité de déplacement des baleines à bec communes au sein d'une même zone et entre différentes zones en une journée, d'après les identifications d'individus présentant une marque fiable sur une période de 100 jours.

Description du modèle	Maximum de vraisemblance Valeurs des paramètres	ET autogénérées	Log- vraisemblance cumulée	Valeur presque identique au critère d'information d'Akaike
Même zone				
Émigration - Réimmigration	N = 28,8 Période de résidence moyenne = 73,6 Période de résident moyenne à l'extérieur = <i>non étudiée</i>	3,6 31,3 <i>Très large</i>	-1 789,2	3 582,3
Zone différente				
Migration - Échange complet	N = 6,2 Période de résidence moyenne à l'intérieur = 14 481	23,9 <i>Très large</i>	-257,1	297,6
Mélange complet	N = 162,6	39,1	-273,9	315

Tableau 6 : Probabilités et erreurs types (ET) concernant le déplacement des baleines à bec communes entre le Gully, les autres canyons (Shortland et Haldimand) et une zone extérieure en utilisant tous les individus identifiés à l'aide d'une marque du côté gauche (taille de population fixe de 127 individus). Le déplacement a été modélisé sur 7 jours, avec un décalage maximal de 14 semaines et aucune mortalité. Log-vraisemblance cumulée pour le modèle = 214,83.

Zone Taille de la population ajustée (ET)	Vers le Gully	Vers les autres canyons	Vers une zone extérieure
À partir du Gully N = 63,8 (12,2)	0,8929	0,0817 (0,03209)	0,0254 (0,15158)
À partir des autres canyons N = 63,2 (9,2)	0,1100 (0,0307)	0,8900	0,000 (0,15158)
À partir d'une zone extérieure N = 0,0 (14,6)	0,0013 (0,2109)	0,4335 (0,26207)	0,5653

Tableau 7 : Probabilités et erreurs types (ET) concernant le déplacement des baleines à bec communes entre le Gully, les autres canyons (Shortland et Haldimand) et une zone extérieure en utilisant les identifications d'individus présentant une marque fiable du côté gauche (taille de population fixe de 65 individus). Le déplacement a été modélisé sur 7 jours, avec un décalage maximal de 14 semaines et aucune mortalité. Log-vraisemblance cumulée pour le modèle = 39,95.

Zone Taille de la population ajustée (ET)	Vers le Gully	Vers les autres canyons	Vers une zone extérieure
À partir du Gully N = 63,5 (9,8)	0,8833	0,0918 (0,0530)	0,0249 (0,0956)
À partir des autres canyons N = 63,9 (15,49)	0,1238 (0,0434)	0,8752	0,0010 (0,1544)
À partir d'une zone extérieure N = 0,0 (15,88)	0,0000 (0,1990)	0,2574 (0,2542)	0,7426

FIGURES

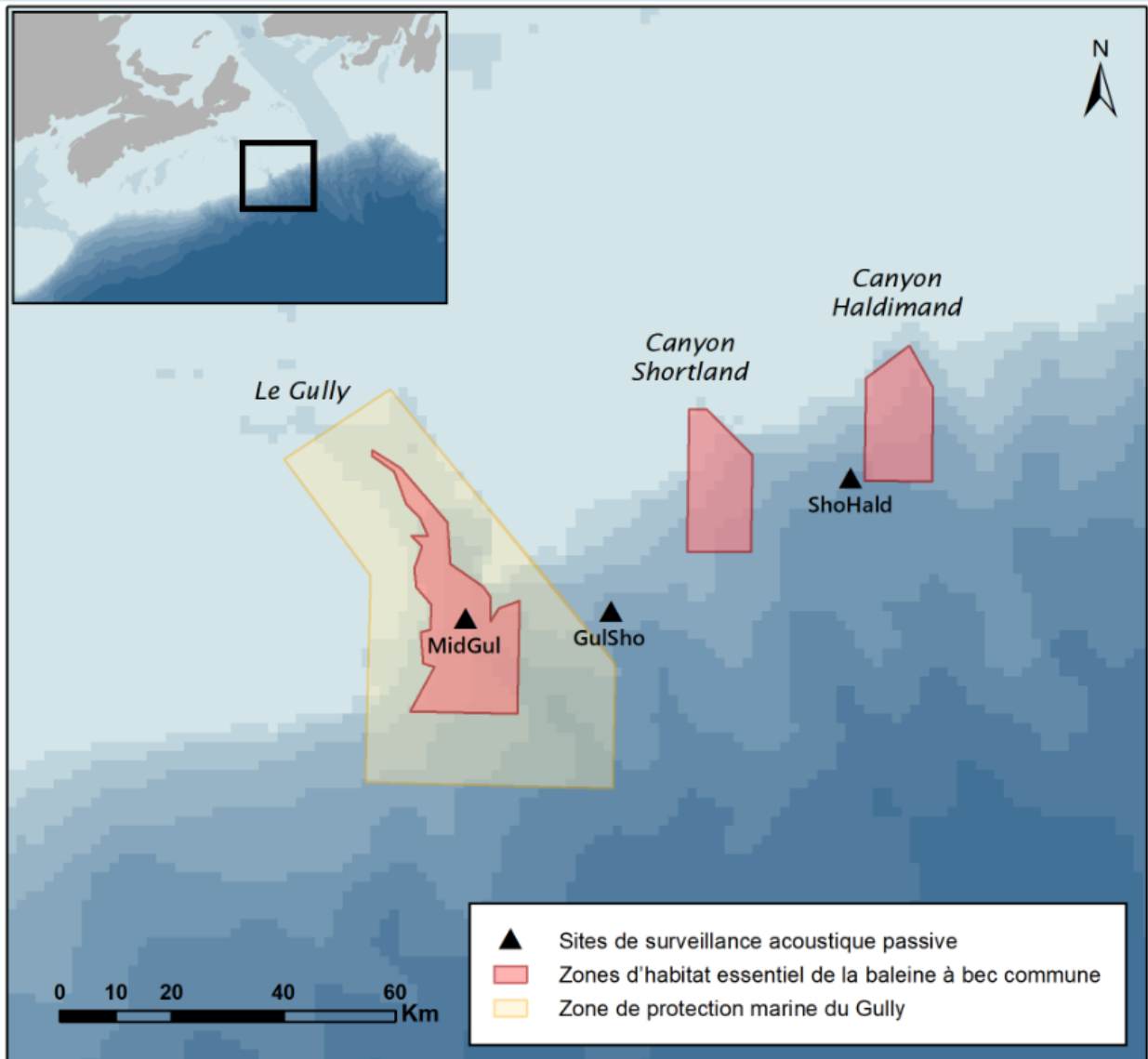


Figure 1 : Carte des sites de surveillance acoustique passive fixe sur le plateau néo-écossais où des enregistreurs acoustiques multicanaux autonomes (AMAR) ont été déployés de 2012 à 2014. Les zones désignées comme habitat essentiel pour la baleine à bec commune sont indiquées en rouge, et la zone de protection marine du Gully est indiquée en jaune.

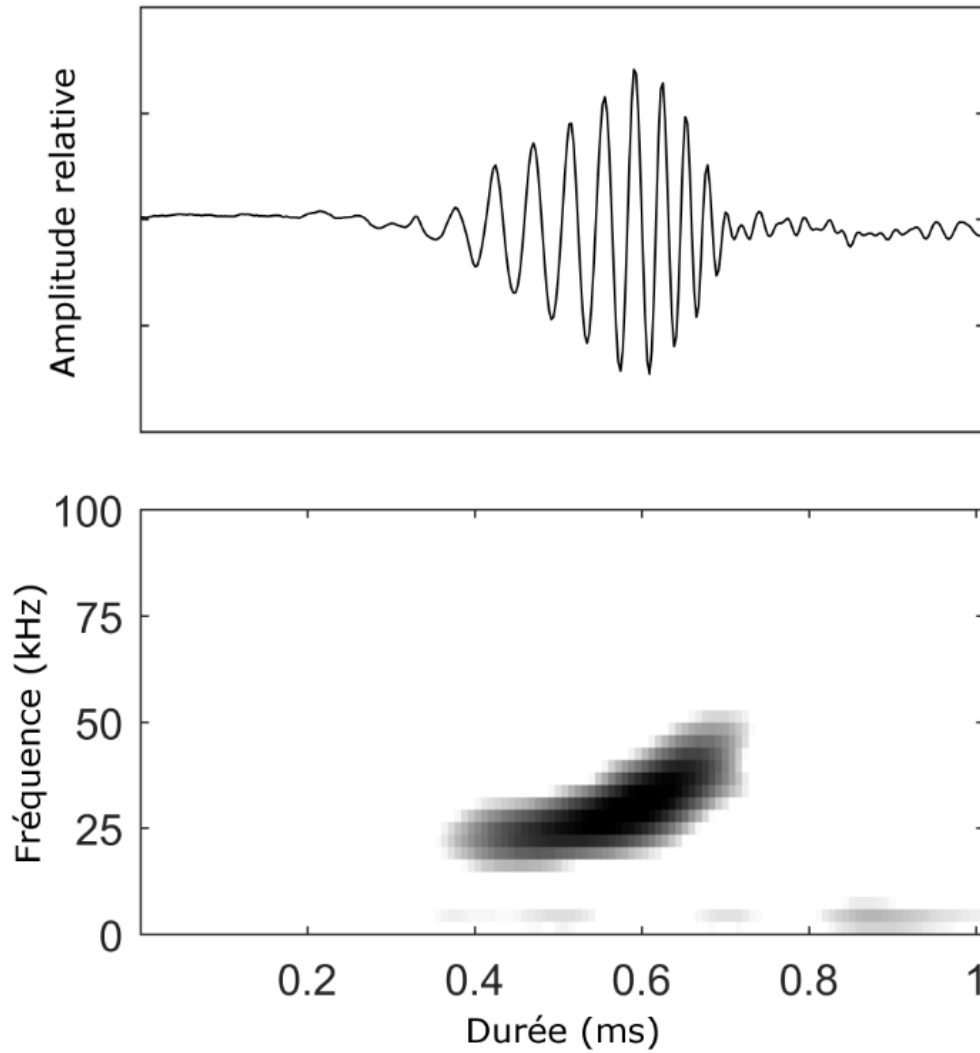


Figure 2 : Exemple de clic d'écholocation d'une baleine à bec commune présenté sous forme d'onde (en haut) et de spectrogramme (en bas) en utilisant une fenêtre de 1 ms. Spectrogramme calculé à l'aide d'une fenêtre de 60 points, d'un chevauchement de 95 % et d'une transformée de Fourier rapide de 128 points, avec des données recueillies à une fréquence d'échantillonnage de 375 kHz.

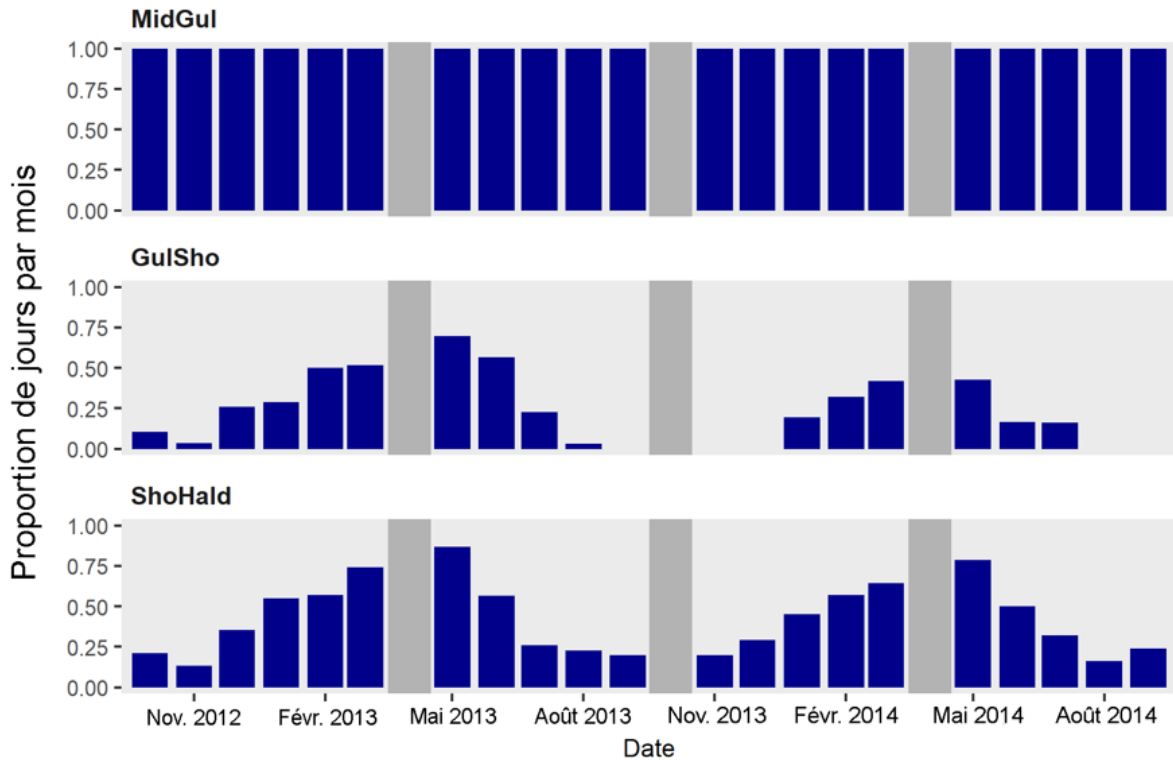


Figure 3 : Proportion de jours par mois avec des détections acoustiques de baleines à bec communes à chaque site d'enregistrement fixe (AMAR) d'octobre 2012 à septembre 2014; les mois avec moins de 10 jours d'enregistrement sont omis du tracé (barres grisées).

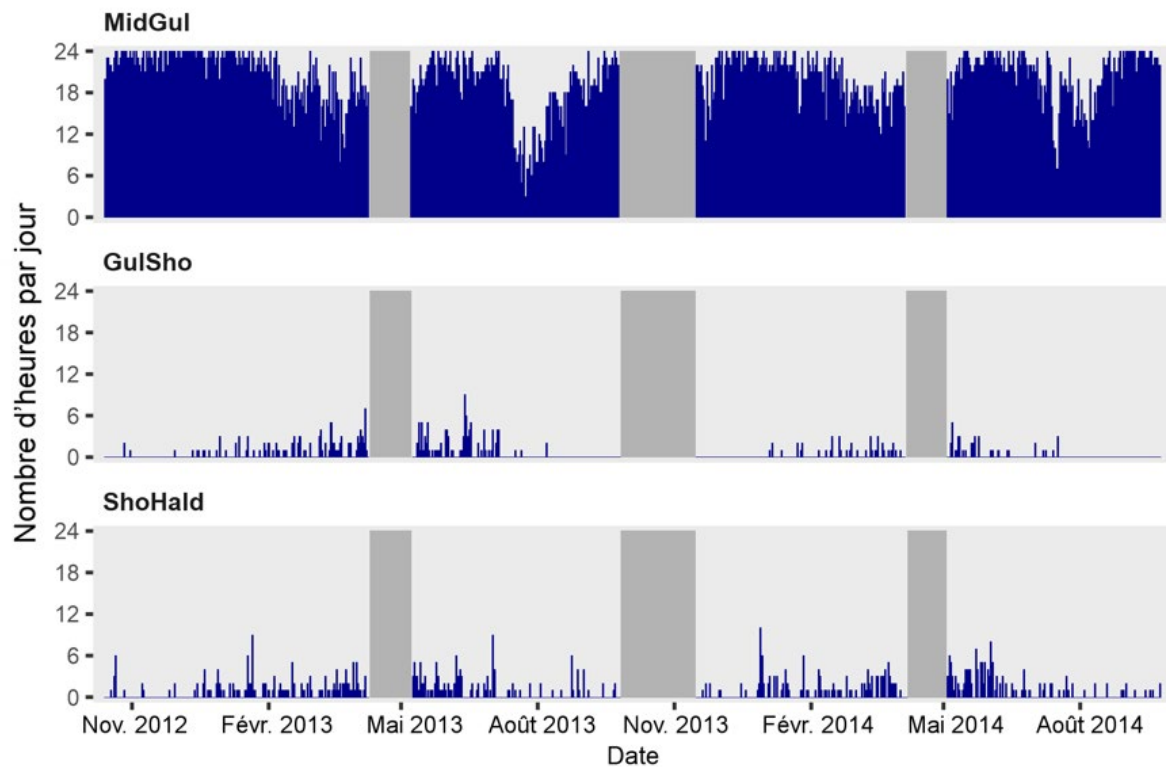
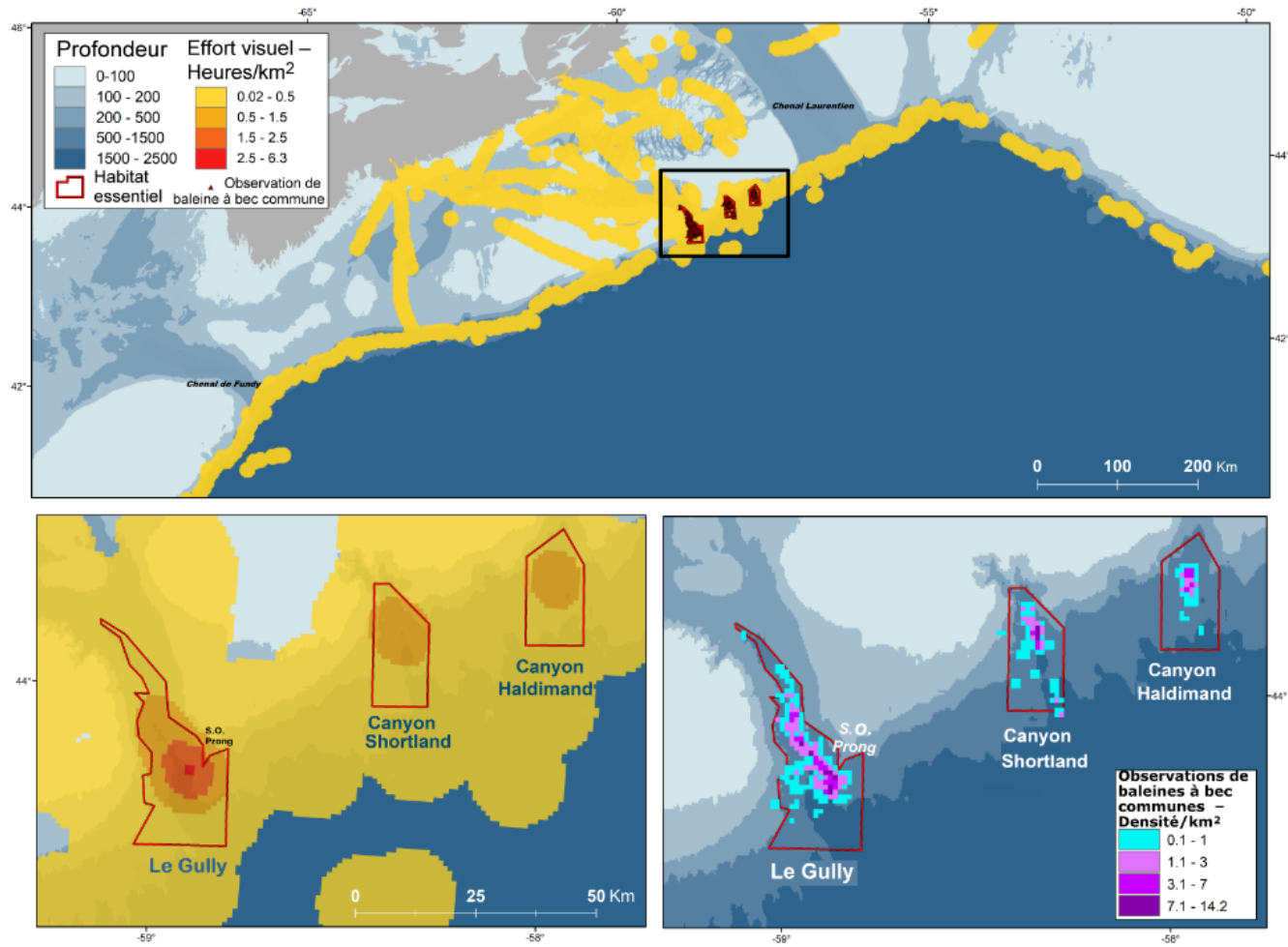


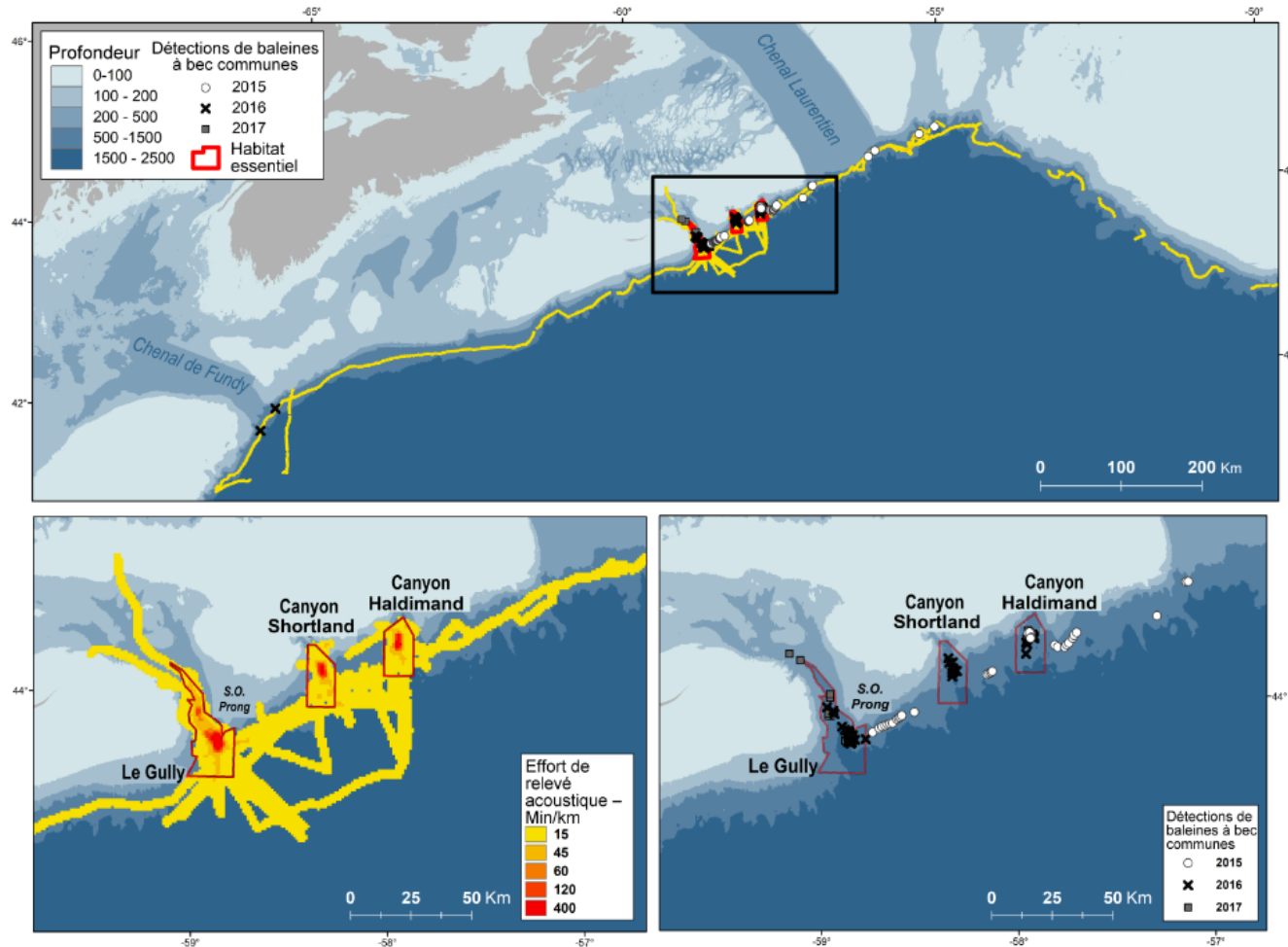
Figure 4 : Nombre d'heures par jour avec des détections acoustiques de baleines à bec communes à chaque site d'enregistrement fixe (AMAR) d'octobre 2012 à septembre 2014; les jours sans enregistrement ou avec moins de 24 heures d'enregistrement sont omis du tracé (barres grisées).



Whitehead Lab Dalhousie University

Date: 2019-03-05

Figure 5 : Carte de l'effort de reconnaissance visuelle par km² en 2001, 2002, 2011, 2015, 2016 et 2017. Le rouge indique un effort plus élevé et le jaune un effort plus faible, en fonction de l'heure d'observation pendant le jour avec une visibilité supérieure à 1 km et un état de la mer de 4 ou moins sur l'échelle de Beaufort. Les emplacements des observations de baleines à bec communes et de l'effort horaire de relevé sont indiqués sur la carte du haut; la densité de l'effort de relevé (à gauche) et les observations de baleines à bec communes (à droite) dans les canyons et autour de ceux-ci sont indiquées sur les cartes du bas. Les lignes rouges représentent les limites des zones d'habitat essentiel désignées.

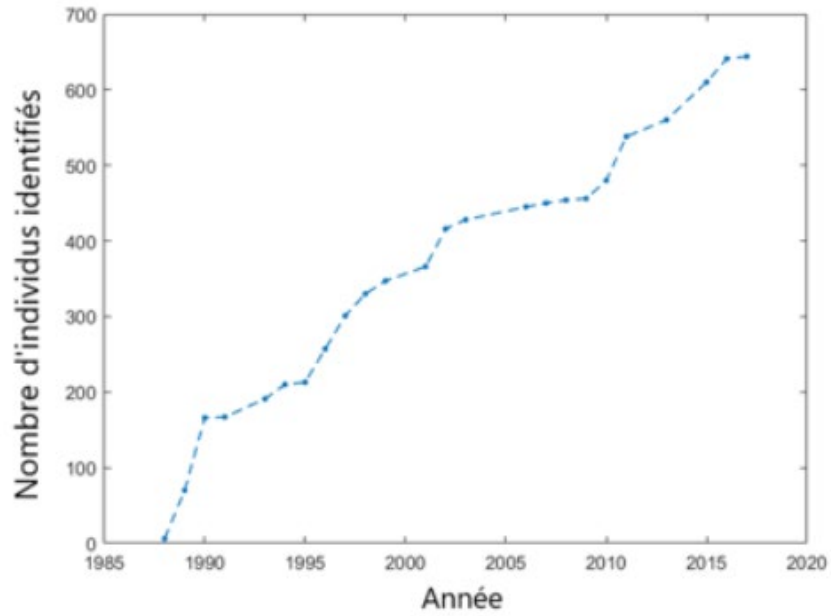


Whitehead Lab Dalhousie University

Date: 2019-03-08

Figure 6 : Carte de l'effort de relevé acoustique par km² dans la zone d'étude de 2015 à 2017. Les détections confirmées de baleines à bec communes sont représentées par des symboles selon l'année du relevé, et illustrées avec l'effort total de relevé acoustique sur la carte du haut; la densité de l'effort de relevé acoustique (à gauche) et les emplacements des détections de baleines à bec communes (à droite) dans les canyons et autour de ceux-ci sont indiqués sur les cartes du bas. Les lignes rouges représentent les limites des zones d'habitat essentiel actuellement désignées.

(a)



(b)

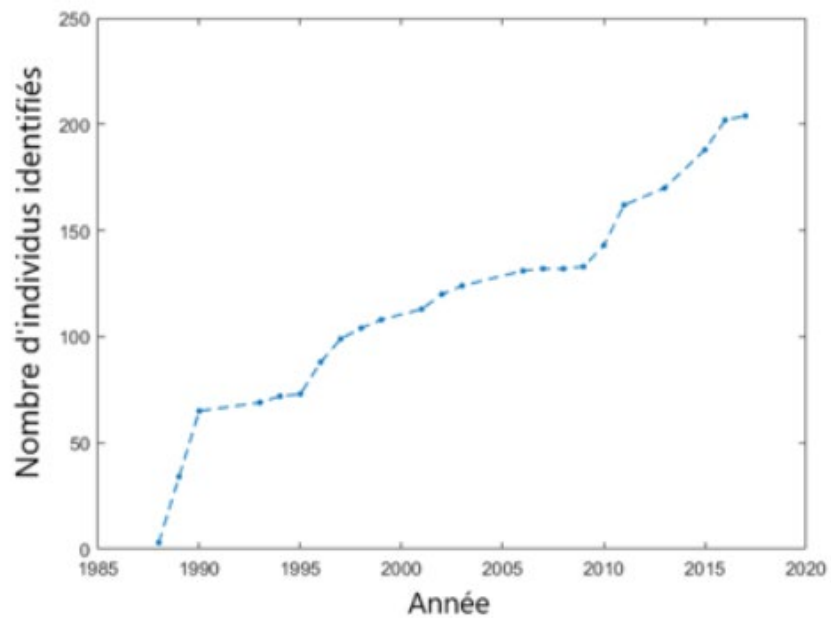


Figure 7 : Courbe de découverte des baleines à bec communes présentant une marque distinctive dans le Gully, d'après l'analyse des photographies du côté gauche par année d'échantillonnage pour (a) toutes les identifications d'individus et (b) les identifications des individus présentant une marque fiable seulement.

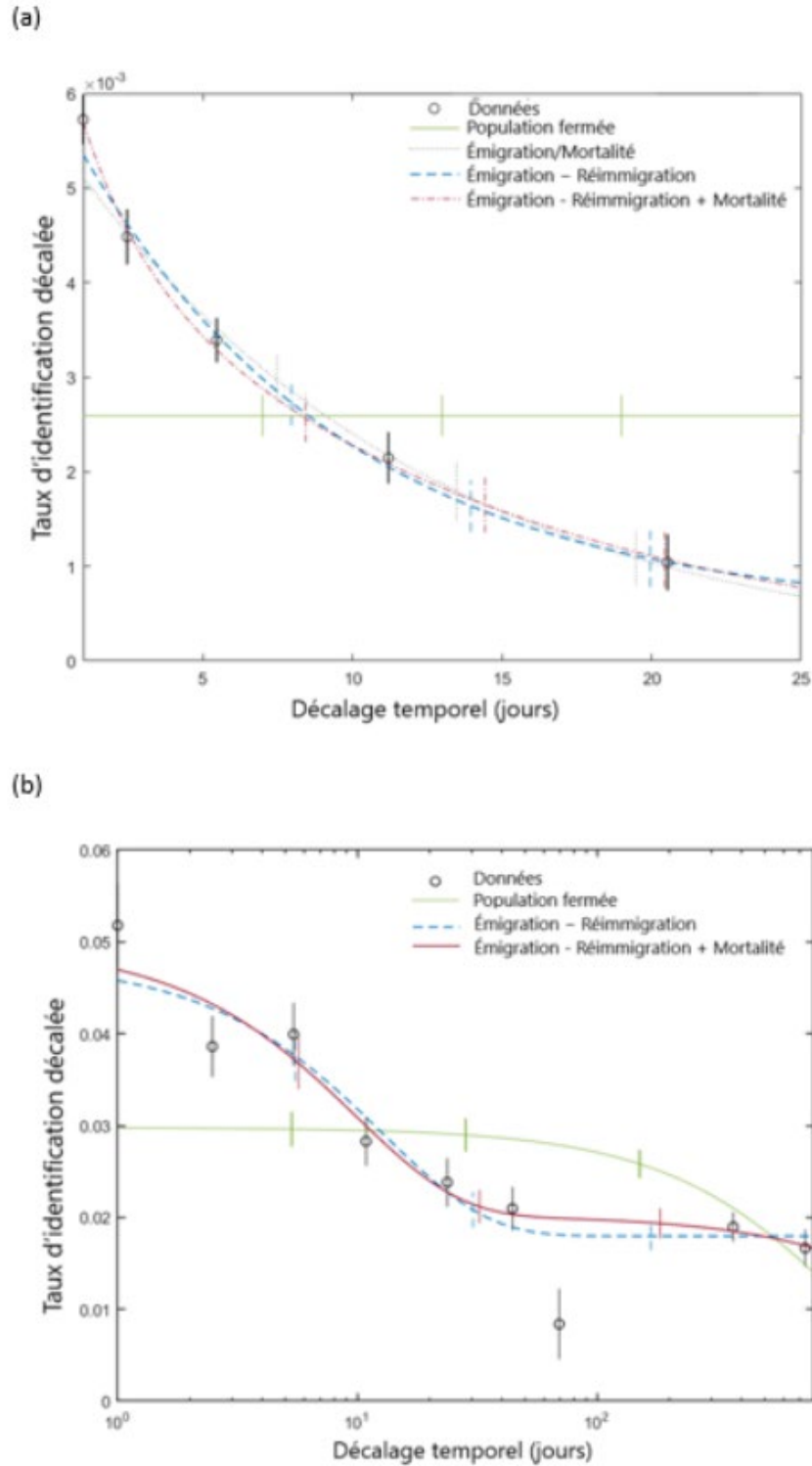


Figure 8 : Résultats du modèle de taux d'identification décalée pour les baleines à bec communes du Gully, d'après (a) toutes les identifications à l'aide de photographies du côté gauche, avec un maximum de 100 jours, et (b) les identifications des individus présentant une marque fiable du côté gauche, avec un maximum de 1 000 jours.

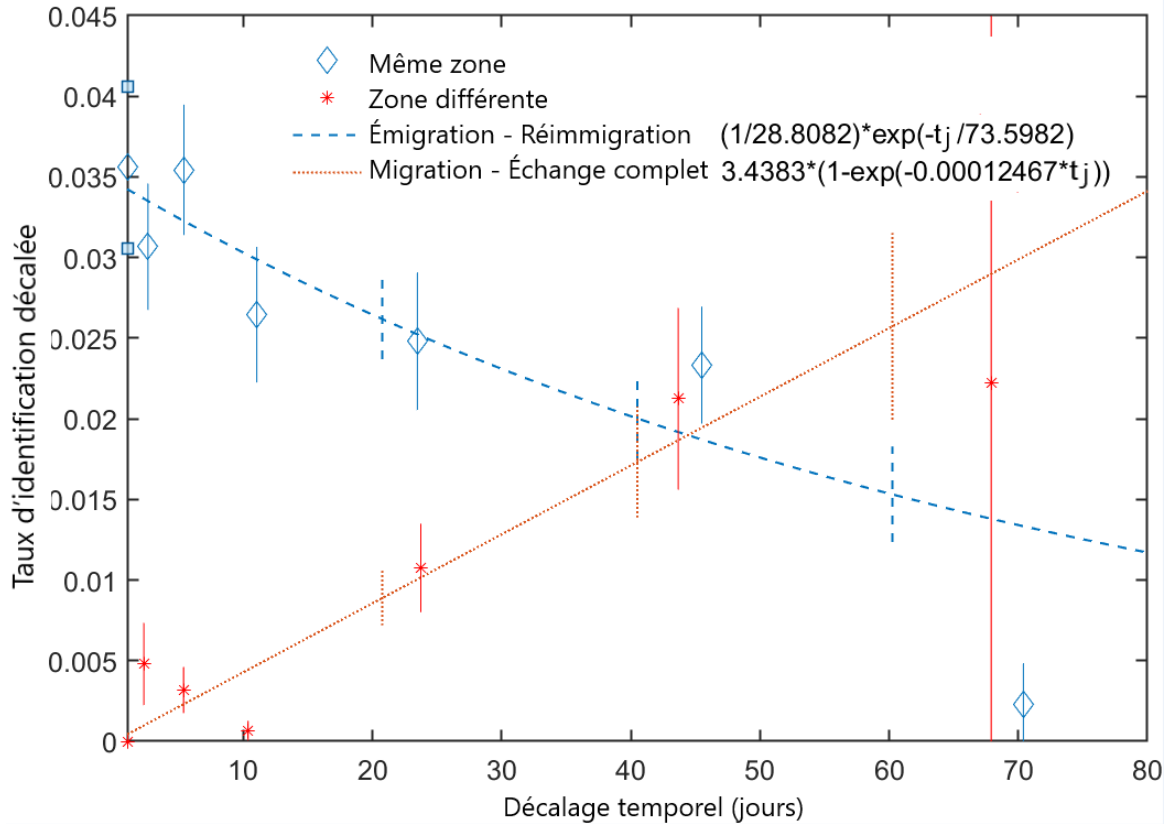


Figure 9 : Probabilité de déplacement des baleines à bec communes au sein d'une même zone et entre différentes zones en une journée, d'après les identifications d'individus présentant une marque fiable sur une période de 100 jours. Les modèles de déplacement sont présentés avec des lignes verticales indiquant les estimations par auto-amorçage de l'erreur type.

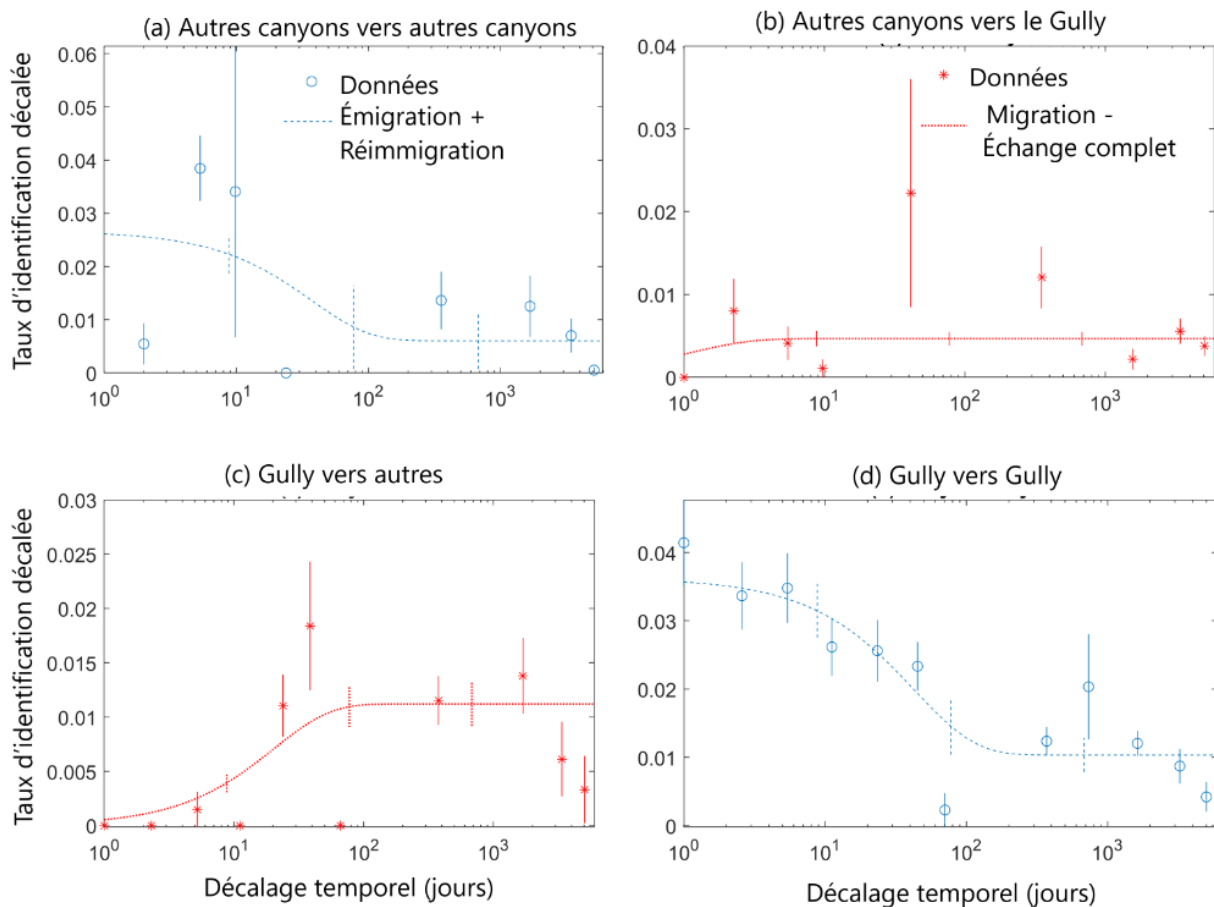


Figure 10 : Modèles de taux d'identification décalée entre le canyon du Gully et les canyons de Shortland/Haldimand (autres canyons) pour les identifications des individus présentant une marque fiable du côté gauche, sans décalage de temps maximal sur la période d'étude.

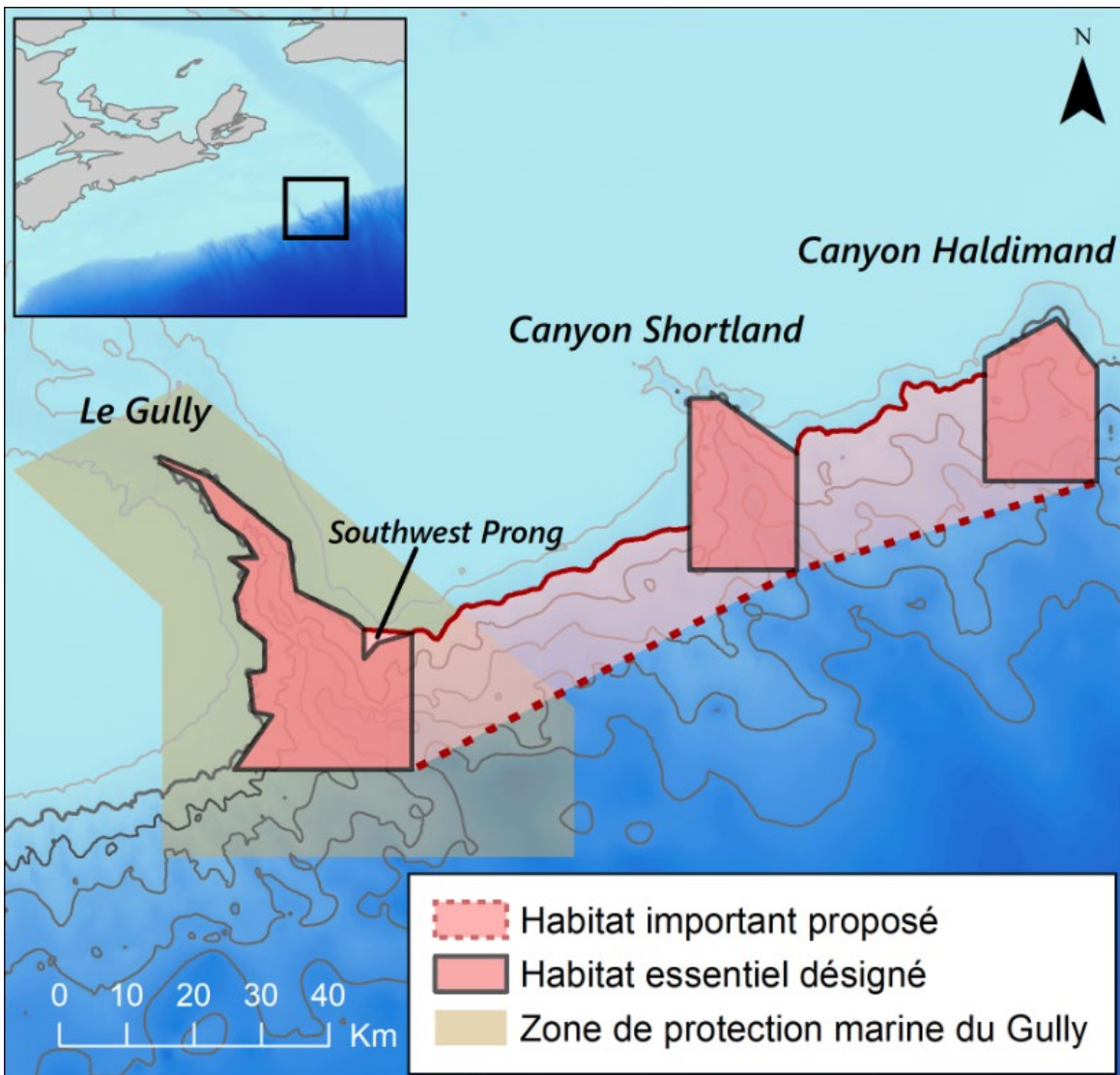


Figure 11 : Carte de l'habitat essentiel actuellement désigné pour la baleine à bec commune et habitat important proposé dans les zones entre les canyons de l'est du plateau néo-écossais.

ANNEXE

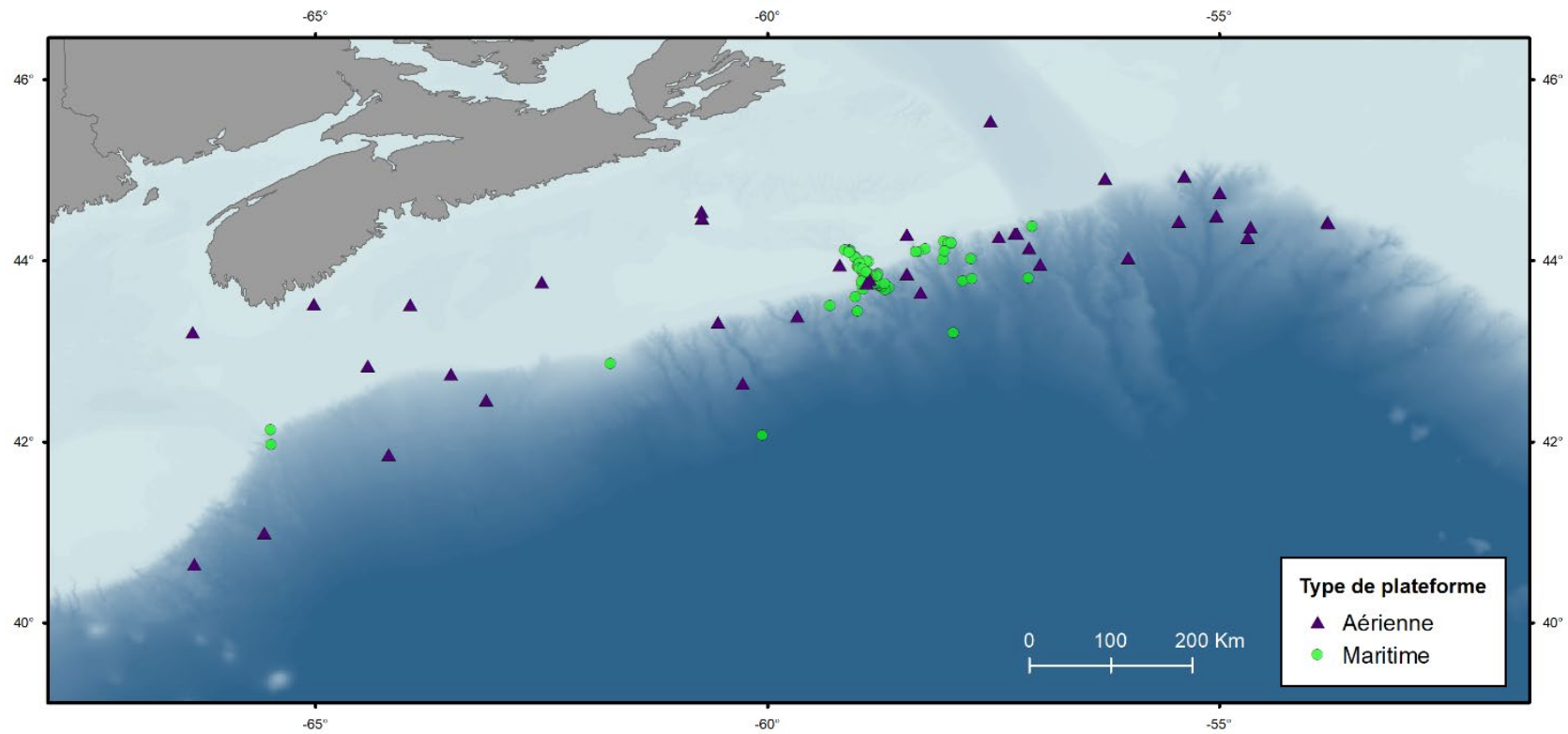


Figure A1 : Emplacements des observations visuelles de baleines à bec communes dans la région du plateau néo-écossais, survenues entre 2001 et 2018. Les données d'observation à partir des plateformes aériennes (triangles violets) proviennent des relevés aériens de cétacés de Pêches et des Océans Canada (MPO), notamment du TNASS (Trans-North Atlantic Sightings Survey) de 2007, du NAISS (Northwest Atlantic International Sightings Survey) de 2016 et d'autres relevés du MPO, ainsi que de ceux de la National Oceanic and Atmospheric Administration. Les données d'observation des plateformes de navires (cercles verts) ont été obtenues à partir de relevés opportunistes de navires du MPO, du programme Eastern Canadian Seabirds at Sea (ECSAS) et de diverses autres plateformes d'observations opportunistes, à l'exclusion des données fondées sur l'effort des relevés menés par le laboratoire Whitehead, qui sont présentées à la figure 5. Tous les points figurant sur cette carte représentent des endroits où des groupes d'une ou plusieurs baleines à bec communes ont été identifiés par des observateurs qualifiés. L'effort de relevé complet associé à ces observations n'est pas disponible, et celles-ci ne doivent être interprétées que comme des observations opportunistes.