



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 2023/078

Région des Maritimes

Production de jeunes phoques gris au Canada

C.E. den Heyer¹, A. Mosnier², G.B. Stenson³, D.C. Lidgard¹, W.D. Bowen^{1,4} et M.O. Hammill²

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

² Institut Maurice-Lamontagne, ministère des Pêches et des Océans
C.P. 1000, Mont-Joli (Québec) Canada G5H 3Z4

³ Pêches et Océans Canada, Centre des pêches de l'Atlantique nord-ouest
80 East White Hills Road, St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador) Canada A1C 5X1

⁴ Université Dalhousie, Life Science Centre, Université Dalhousie
C.P. 15000, Halifax (Nouvelle-Écosse) Canada 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 le Roi du chef du Canada représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2024

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-71913-9 N° cat. Fs70-5/2023-078F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

den Heyer, C.E., Mosnier, A., Stenson, G.B., Lidgard, D.C., Bowen, W.D., et Hammill, M.O.
2024. Production de jeunes phoques gris au Canada. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc.
de rech. 2023/078. iv + 39 p.

Also available in English:

den Heyer, C.E., Mosnier, A., Stenson, G.B., Lidgard, D.C., Bowen, W.D., and Hammill, M.O.
2024. Grey Seal Pup Production in Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res Doc. 2023/078.
iv + 35 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	IV
INTRODUCTION	1
MATÉRIEL ET MÉTHODES	2
DÉNOMBREMENTS NON CORRIGÉS.....	2
Relevés aériens de reconnaissance	2
Relevés aériens avec appareil vertical grand format monté dans un aéronef à voilure fixe ..	3
Relevés réalisés en hélicoptère	3
Caméra vidéo à infrarouge.....	4
ESTIMATIONS DE LA PRODUCTION DE JEUNES	4
Correction relative aux jeunes omis	4
Correction de la mortalité des jeunes.....	5
Distribution temporelle des naissances.....	5
Modèle de distribution des naissances de Myers (DNM).....	6
RÉSULTATS.....	6
RELEVÉS DE RECONNAISSANCE	6
DÉNOMBREMENTS NON CORRIGÉS DE JEUNES.....	7
Île de Sable	7
Zone côtière de la Nouvelle-Écosse	7
Golfe du Saint-Laurent	7
ESTIMATIONS DE LA PRODUCTION DE JEUNES	8
Correction relative aux jeunes omis	8
Correction relative à la mortalité des jeunes	8
Correction relative à la distribution des naissances	8
TENDANCES RÉGIONALES.....	11
DISCUSSION.....	11
REMERCIEMENTS	15
RÉFÉRENCES CITÉES	15
TABLEAUX	18
FIGURES	30
ANNEXE	35

RÉSUMÉ

Pour estimer la production de jeunes phoques gris (*Halichoerus grypus*), des relevés aériens numériques photographiques des principales colonies de reproduction de phoques gris ont été effectués dans les eaux canadiennes en janvier 2021. Lorsqu'il y avait plusieurs dénombrements provenant d'une colonie, le plus grand nombre a été utilisé pour estimer la production totale de petits. Au total, on a recensé 72 209 jeunes à l'aide de l'imagerie numérique relevée à l'île de Sable, soit la plus grande colonie de reproduction. Les dénombrements de jeunes aux îles Brion et Pictou, les deux plus grandes colonies de reproduction dans le golfe du Saint-Laurent, faisaient respectivement état de 5 151 et 3 604 individus. Les vols de reconnaissance ont permis de découvrir la présence d'un petit nombre de jeunes à de nouveaux endroits dans le golfe du Saint-Laurent, mais aucune nouvelle colonie le long de la côte atlantique de la Nouvelle-Écosse, du Nouveau-Brunswick et de Terre-Neuve.

Des relevés relatifs aux stades de développement des jeunes ont été effectués sur le terrain ou depuis un hélicoptère dans les sept plus grandes colonies de reproduction pour dresser le portrait de la distribution des naissances et corriger le nombre estimé de jeunes nés après le relevé photographique aérien. Deux modèles ont été utilisés pour estimer le nombre de jeunes nés le jour du relevé : le modèle admis de distribution des naissances de Myers, fondé sur la durée estimée des stades de développement chez des jeunes observés quotidiennement sur l'île de Sable et dont l'âge est connu, et une nouvelle méthode bayésienne fondée sur les durées estimées des stades des jeunes dont l'âge est connu comme valeurs a priori, mais qui permet au modèle d'estimer la durée des stades pour chaque colonie. La production de jeunes estimée par le modèle de distribution des naissances de Myers était plus élevée que celle du modèle de distribution des naissances bayésien dans toutes les colonies. Pour maintenir les séries chronologiques, des estimations de la production de jeunes sont fournies à l'aide du modèle de distribution des naissances de Myers. Le nombre estimé de jeunes nés à l'île de Sable était de 76 600 (ET = 2 900), de 4 700 (ET = 550) dans la zone côtière de la Nouvelle-Écosse et de 16 900 (ET = 2 400) dans le golfe du Saint-Laurent, pour une production totale de 98 200 jeunes (ET = 5 800). Pour l'île de Sable, il s'agit de la première estimation de la production de jeunes depuis les années 1960 qui ne constitue pas une augmentation significative. L'île de Sable représente 77,5 % de la production totale de jeunes au Canada, et le changement de tendance dans la production de jeunes se reflète dans la tendance de la production totale de jeunes. La production de jeunes dans le golfe du Saint-Laurent continue de fluctuer, et les preuves démontrent peu de tendances au cours des dernières décennies, tandis que pour les colonies de reproduction plus récemment établies au sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, la production de jeunes continue d'augmenter.

INTRODUCTION

Les colonies de reproduction de phoques gris de l'Atlantique Nord-Ouest se situent actuellement à une distance nord-sud d'environ 1 400 km et englobent plusieurs écosystèmes (Frank *et al.* 2006). Sur cette vaste étendue géographique, la population de l'Atlantique Nord-Ouest a connu une croissance rapide et de nouvelles colonies de reproduction ont été établies à l'est du Canada et au nord-est des États-Unis (Mansfield et Beck 1977, Wood *et al.* 2011, 2019, den Heyer *et al.* 2021). En dehors de la saison de reproduction, les phoques gris se dispersent largement sur le plateau continental de l'Atlantique Nord-Ouest, mais les adultes présentent une philopatrie par rapport à leurs sites de reproduction (Breed *et al.* 2006, 2009, Harvey *et al.* 2008).

Les phoques gris sont des reproducteurs sur capital itéropares qui s'échouent sur la terre ferme ou sur la glace de mer pour mettre bas. Dans l'Atlantique Nord-Ouest, les naissances se produisent en hiver, du début décembre à la mi-février, mais cette période varie entre les colonies et au fil du temps, et les données montrent que de plus en plus que les naissances se produisent plus tôt (Bowen *et al.* 2020, Mosnier *et al.* 2023). Les phoques gris femelles arrivent à maturité entre 4 et 12 ans environ et se reproduisent à la fin de la trentaine ou au début de la quarantaine (Hammill et Gosselin 1995, Bowen *et al.* 2006). Les femelles demeurent avec leurs nouveau-nés dans un emplacement de la colonie de reproduction. La période d'allaitement dure en moyenne de 16 à 18 jours (Bowen *et al.* 1992, Iverson *et al.* 1993, Baker *et al.* 1995). Le sevrage est brusque, car les femelles quittent la colonie et retournent en mer. Les jeunes sevrés subissent ensuite un jeûne dont la durée varie de quelques jours à plusieurs semaines (Noren *et al.* 2008).

Il existe peu de séries chronologiques systématiques de production de jeunes chez les pinnipèdes qui présentent une durée et une fréquence d'échantillonnage suffisantes pour appuyer la tenue d'études rigoureuses sur les tendances à long terme. L'une des séries les plus longues a été observée dans l'Atlantique Nord-Ouest canadien, où la production de jeunes phoques gris est estimée périodiquement depuis les années 1960. La dernière estimation a été effectuée en 2016. À ce moment-là, la production totale de jeunes dans les eaux canadiennes se chiffrait à un peu plus de 101 500 jeunes, un chiffre qui a augmenté pendant plus de 50 ans et qui était d'environ 1 000 jeunes par année dans les années 1960 (den Heyer *et al.* 2021). Le phoque gris de l'Atlantique Nord-Ouest est considéré comme une population unique (Boskovic *et al.* 1996), mais dans les eaux canadiennes, la population se scinde en deux troupeaux à des fins de gestion : phoques gris du plateau néo-écossais et phoques gris du golfe du Saint-Laurent (figure 1). Les deux troupeaux ont connu des trajectoires de population très différentes. Le troupeau du plateau néo-écossais est composé des colonies de reproduction sur la côte atlantique de la Nouvelle-Écosse et de l'île de Sable, soit la principale colonie de reproduction de phoques gris du monde. La production de jeunes à l'île de Sable a augmenté rapidement, passant de moins de 2 000 jeunes en 1975 à plus de 25 000 jeunes en 1997 et affichant une augmentation annuelle maximum de 14 % (Bowen *et al.* 2003). Depuis la fin des années 1990, les estimations de la production de jeunes ont continué à augmenter, mais le rythme de la hausse a ralenti (den Heyer *et al.* 2021). Historiquement, peu de jeunes sont nés sur des îles isolées le long de la côte est de la Nouvelle-Écosse, en partie en raison d'importants efforts d'abattage qui ont eu lieu périodiquement jusqu'au milieu des années 1980 (Mansfield et Beck 1977, Lavigueur et Hammill 1993, Bowen et Lidgard 2013). Toutefois, dans les années 1990, des colonies côtières ont été établies sur une petite île aux pointes est et ouest de la province. La production de jeunes le long de la côte Atlantique de la Nouvelle-Écosse a augmenté en passant de plusieurs centaines dans les années 1960 à 9 800 (ET = 2 000) en 2016 (Hammill *et al.* 2013, 2017b, den Heyer *et al.* 2021). Dans le golfe, la plupart des jeunes

sont nés sur la banquise au sud de l'Île-du-Prince-Édouard, et quelques-uns sur des plages ou de petites îles dans le détroit de Northumberland, au large de la côte ouest de la Nouvelle-Écosse et sur l'île Deadman dans le centre du golfe. Toutefois, avec la fonte de la couche de glace dans le golfe, la production de jeunes sur la glace a chuté de près de 100 % pour atteindre environ 1 % ces dernières années (Hammill *et al.* 2017b, den Heyer *et al.* 2021). Dans l'ensemble, la production de jeunes dans cette région est passée d'environ 200 dans les années 1960 à près de 10 000 au tournant du siècle et est demeurée relativement stable au cours des deux dernières décennies.

Les phoques gris sont gérés en vertu d'un Plan de gestion intégrée des pêches qui vise à maintenir la population au-dessus d'un niveau de référence de précaution de 70 % de la plus grande population estimée ou présumée (appelé N70). La Direction de la gestion des pêches a demandé des conseils sur les taux de prises acceptables qui continueraient de respecter les objectifs du plan de gestion. Dans le cadre de cette évaluation, des relevés aériens visant à estimer la production de jeunes phoques gris dans les eaux canadiennes ont été effectués entre décembre 2020 et février 2021. Nous fournissons ici de nouvelles estimations de la production de jeunes phoques gris au Canada basées sur ces relevés. Ces nouvelles estimations prolongent les séries chronologiques de production de jeunes, qui sont les principaux indices de l'abondance auxquels les modèles d'évaluation de la population sont adaptés.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Une méthodologie de relevés bien établie (Bowen *et al.* 2003, 2007, Hammill *et al.* 2013, 2017b, den Heyer *et al.* 2017, 2021) a été utilisée pour réaliser un relevé exhaustif de la production de jeunes phoques gris dans toutes les colonies de reproduction du Canada (figure 1, tableau 1). Plusieurs méthodes ont été utilisées pour effectuer les dénombrements. Pour les relevés des plus grandes colonies établies, un appareil photographique vertical grand format monté dans un aéronef à voilure fixe et un hélicoptère doté d'un appareil photographique en nacelle ont été utilisés. Pour les plus petites colonies, des dénombrements visuels ont été effectués à partir d'un hélicoptère, et d'autres ont été réalisés à l'aide de la caméra vidéo à infrarouge de la Direction de la conservation et de la protection (C et P) du MPO.

DÉNOMBREMENTS NON CORRIGÉS

Relevés aériens de reconnaissance

De jeunes phoques gris ont été observés dans le cadre de relevés aériens de reconnaissance effectués le long de la côte sud de Terre-Neuve, dans le golfe, et le long de la côte Atlantique de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick en décembre, janvier et février 2021. Le long de la côte Atlantique de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick, des relevés ciblés ont été menés à une altitude de 500 pieds depuis un hélicoptère Bell 429, ainsi que des recherches opportunistes depuis un hélicoptère pendant les déplacements à destination et au retour des colonies côtières établies aux fins des activités de relevé (figure A1). De plus, C et P du MPO a utilisé une caméra vidéo à infrarouge pour observer de façon opportuniste la côte de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick et a fourni une vidéo des échoueries et des colonies de reproduction des phoques. Le long de la côte sud de Terre-Neuve, des phoques ont été observés par le personnel de la Section de mammifères marins de la région de Terre-Neuve à bord des aéronefs à voilure fixe Super King Air et Dash-8 de C et P du MPO (figure A2). Une caméra vidéo à infrarouge orientée vers l'avant a aussi été utilisée pour repérer les phoques, et des images ont été enregistrées aux fins d'analyse après le vol afin d'identifier les espèces et d'évaluer la présence de jeunes. Certains vols ont été effectués dans le brouillard, ce qui a fait en sorte que des parties de la baie St-Georges n'ont pas fait l'objet de recherches. C et P du

MPO a aussi utilisé une caméra vidéo à infrarouge dans le golfe pour observer de façon opportuniste le littoral et a fourni des images aux fins de dénombrement des phoques aux emplacements de reproduction établis et nouveaux. Le golfe a également fait l'objet de recherches tout au long de la saison de reproduction par le personnel du Québec et de Terre-Neuve; ce dernier a effectué des relevés de nombreux sites de glace en formation et colonies côtières.

Relevés aériens avec appareil vertical grand format monté dans un aéronef à voilure fixe

Une caméra UCX de Vexcel/Microsoft dotée d'un boîtier à compensation du mouvement et un GPS de vol intégré ont été utilisés pour produire des images numériques présentant une limite de résolution au sol de 3 cm. La caméra a été installée dans un aéronef modifié à des fins spécifiques exploité par The Airborne Sensing Corporation (www.airsensing.com) et a volé à une altitude cible d'environ 418 m (1 370 pi). Les images de chaque île ou ensemble d'îles ont été prises pendant le même vol afin de réduire au minimum les erreurs causées par le déplacement des phoques entre les photographies adjacentes. Une série de transects parallèles présentant un chevauchement avant de 60 % et un chevauchement latéral de 20 % entre les photographies adjacentes a été utilisée pour toutes les colonies. Les transects devaient être parallèles aux plages pour que les zones à haute densité soient couvertes par un moins grand nombre de transects. Les conditions optimales pour la saisie des images sont en milieu de journée avec une couverture nuageuse élevée pour réduire les ombres.

Une seule mosaïque a été créée pour chaque colonie à l'aide d'un modèle numérique de surface et du logiciel OrthoMaster d'INPHO pour orthorectifier les images. Toutes les images orthorectifiées obtenues ont fait l'objet d'une projection dans les zones UTM 20 ou 21, selon leur emplacement. Pendant l'édition de la couture, les coutures de la mosaïque ont été ajustées de façon que les animaux entiers apparaissent d'un seul côté de la couture. Pour l'île de Sable, la mosaïque a été divisée en tuiles de 600 m × 600 m pour faciliter l'analyse, et on a pris soin de s'assurer que les jeunes apparaissent dans une seule tuile. Le dénombrement de jeunes a été effectué sur chaque mosaïque ou tuile à l'aide du logiciel ArcGIS (ArcView 10.2.2, ESRI) ou QGIS (QGIS.org, v3.18) et chaque jeune a été marqué pour éviter le double comptage. Les photos originales ont été utilisées pour valider les dénombrements dans les zones où la mosaïque ou la tuile n'était pas claire.

Relevés réalisés en hélicoptère

Des relevés ont été réalisés en hélicoptère pour fournir des données sur les stades de développement des jeunes en fonction de leur pelage et de la forme de leur corps afin d'orienter les modèles de distribution des naissances et de fournir une estimation du nombre de jeunes nés au moment des relevés. Pour plusieurs colonies, différents relevés photographiques ont été effectués à l'aide d'un appareil photo reflex numérique D800 de Nikon de 36,3 mégapixels muni d'un objectif de 35 mm (Zeiss Distagon T* 2/35). L'appareil photo a été installé dans une nacelle sous la partie antérieure d'un hélicoptère Bell 429. Des relevés ont été effectués à des altitudes variant entre 30 et 156 m. Des vols à basse altitude ont été effectués pour déterminer le stade des jeunes et repérer les marques et les signes de lésion à la suite d'attaques de requins. Les vols à haute altitude ont quant à eux permis de dénombrer les jeunes limités aux plages côtières ou de survoler des transects parallèles au-dessus de plus grandes colonies afin d'obtenir une couverture complète. Les images ont été assemblées à l'aide du logiciel Pix4Dmapper pour créer des mosaïques et des modèles de terrain. Les jeunes en vie ont été dénombrés dans QGIS (QGIS.org, v3.18). Les jeunes morts ont été repérés en raison de plaies souvent observées au niveau du cordon ombilical et (ou) des yeux, et une mouette se

trouvait souvent à leurs côtés. Les jeunes morts ont été marqués, mais non pris en compte dans le dénombrement, car un ajustement de la mortalité est appliqué plus tard.

Caméra vidéo à infrarouge

La vidéo tirée de la caméra à infrarouge de C et P du MPO et tournée pendant les vols de surveillance a été utilisée pour localiser de nouvelles colonies. Pour quelques colonies, l'imagerie infrarouge a été utilisée pour estimer l'abondance des phoques. Dans ces images, il est très difficile de différencier les jeunes des adultes de sorte que le nombre total de phoques gris pour les îles d'Anticosti et Margaree a été ajusté en fonction de la proportion estimée du nombre total d'animaux dénombrés qui étaient des jeunes sur l'imagerie verticale grand format des îles Saddle et Brion ainsi que des îles Pictou et Hay, c'est-à-dire 0,44 (ET = 0,017). En ce qui concerne l'île Deadman, pour laquelle des relevés à l'aide de la caméra à infrarouge de C et P du MPO et à bord d'un hélicoptère ont été effectués la même date (15 janvier), cette proportion était de 0,34.

ESTIMATIONS DE LA PRODUCTION DE JEUNES

L'estimation de la production de jeunes à partir des dénombrements de jeunes vivants a été effectuée selon la méthode élaborée par Myers et Bowen (1989). La production totale de jeunes (N) a été estimée comme suit :

$$N = \text{dénombrement} \cdot g / (1-d) \cdot p$$

où le dénombrement correspond au nombre de jeunes vivants sur les images, g à la correction relative aux jeunes omis dans l'imagerie, p à la proportion estimée de jeunes nés avant le moment du relevé et d à la proportion estimée de jeunes morts avant la journée du relevé photographique. Plusieurs raisons expliquent l'omission de jeunes sur les photographies, dont les images de mauvaise qualité, les erreurs de lecture, la mortalité des jeunes et la perte sur les images, les naissances qui surviennent après la saisie des images du relevé ou les jeunes qui quittent la zone de relevé avant le relevé. L'erreur type relative à la production totale de jeunes a été calculée à partir de la variance estimée des facteurs de correction à l'aide de la mise en œuvre d'une méthode delta aux fins de l'inégalité et de l'incertitude des prévisions de Jensen relatives aux variables aléatoires indépendantes (Lyons 1991) en utilisant la fonction deltatvar du logiciel en R « emdbook » (Bolker 2016).

L'île de Sable est la plus grande colonie de reproduction et est facilement accessible par les chercheurs hébergés sur l'île. Cela leur permet de recueillir des données pendant la saison de reproduction afin d'estimer la durée des stades des jeunes et leur mortalité dans la colonie de reproduction. Dans les grandes colonies (îles de Sable, Brion et Pictou) où au moins trois relevés visuels ont été réalisés pour déterminer la composition des stades de développement, les modèles de distribution des naissances ont été adaptés pour corriger le nombre associé à la proportion de jeunes nés après le relevé. Dans les autres colonies, lorsque cette adaptation était impossible, on a considéré le nombre le plus élevé comme une estimation minimale de la production de jeunes.

Correction relative aux jeunes omis

En raison de la qualité élevée des images photographiques grand format, on a estimé qu'il était inutile d'effectuer une correction concernant les jeunes qui ne sont pas détectables sur les images. Cela dit, une meilleure qualité d'image faciliterait le dénombrement, encore plus lorsque la neige, les débris de bois ou l'habitat de pierre et de roche compliquent davantage l'identification des jeunes. Des biais peuvent se produire pendant le dénombrement si les jeunes ne sont pas dénombrés sur les images parce que les lecteurs les ont omis, ou si les

lecteurs prennent par erreur des objets ou des phoques juvéniles ou adultes pour des jeunes. Un lecteur a lu toutes les images prises à l'île de Sable. Un deuxième lecteur a lu les images saisies aux îles Saddle, Brion et Pictou, et les deux lecteurs ont lu celles des îles Hay, Round, Noddy, Mud et Flat. Trente transects choisis de manière aléatoire dans deux des plus grandes colonies, soit celles des îles de Sable (figure 2a) et Brion, ont fait l'objet d'un dénombrement par les deux lecteurs pour estimer la précision du dénombrement. Un nombre de jeunes a été établi par consensus à l'aide d'un troisième lecteur lorsque les nombres des deux premiers lecteurs n'étaient pas les mêmes. On a estimé les biais en comparant le dénombrement d'un lecteur à celui établi par consensus pour chaque transect.

Correction de la mortalité des jeunes

Une partie des jeunes nés dans la colonie de reproduction meurent avant que le relevé aérien n'ait lieu. Ces jeunes sont souvent couverts de sable et de neige ou emportés en mer avant que le relevé aérien n'ait lieu, et ils sont donc omis dans les dénombrements. À l'île de Sable, où l'accès à la colonie permet de repérer les jeunes morts pendant la saison de reproduction, la mortalité des jeunes avant le relevé aérien a été estimée en 2007, en 2010 et en 2016 à l'aide des parcelles servant à déterminer la mortalité des jeunes (Bowen *et al.* 2007, 2011 et den Heyer *et al.* 2017). En 2021, on a estimé la proportion de jeunes qui étaient morts avant le relevé aérien sur appareil vertical à huit emplacements dans toute la colonie. Les localisations GPS des sommets des emplacements choisis ont été consignées afin de pouvoir être tracées sur les photographies. Les zones choisies couvraient les zones de grande abondance de jeunes et les limites des polygones étaient situées dans des zones de faible abondance en fonction de caractéristiques naturelles comme les bords de dune, de sorte que le nombre de jeunes près des limites représentait une petite proportion des jeunes à l'intérieur des limites. Les localisations GPS ont été utilisées pour créer des polygones dans le logiciel ArcGIS et le nombre total de jeunes dans le polygone a été comparé aux jeunes morts recensés et marqués. Les relevés de jeunes morts ont été effectués environ tous les trois jours entre le 20 décembre 2020 et le 11 janvier 2021. Les estimations de la mortalité des jeunes avant les relevés ne sont pas disponibles pour les autres grandes colonies en raison de l'accès limité durant la saison de reproduction.

Distribution temporelle des naissances

La saison de reproduction des phoques gris dans l'Atlantique Nord-Ouest s'étend sur six à huit semaines dans chacune des colonies et varie selon l'emplacement géographique et l'année. Il est essentiel de corriger l'estimation de la production de jeunes pour le nombre de jeunes nés une fois le relevé photographique effectué. Dans les grandes colonies où il était possible de réaliser plusieurs transects des stades de développement, un modèle de distribution temporelle des naissances a été établi afin d'estimer la proportion de jeunes nés jusqu'à la date du relevé aérien (Reed et Ashford 1968, Myers et Bowen 1989, Bowen *et al.* 2003, 2007). La distribution des naissances a été estimée à partir de la durée des stades, de la variation dans le temps de la proportion de chaque stade de développement au sein de la colonie de reproduction, et d'une estimation de la première naissance dans la colonie. Les jeunes phoques gris ont été classés en cinq stades de développement en fonction de la couleur de leur pelage et de la forme de leur corps (tableau 2, Radford *et al.* 1978, Kovacs et Lavigne 1986, Bowen *et al.* 2003). Sur l'île de Sable, les transects relatifs aux stades de développement ont été réalisés par un seul observateur chaque semaine entre le 17 décembre 2020 et le 27 janvier 2021 (tableau 3). Comme mentionné ci-dessus, des relevés visuels des stades de développement ont été effectués sur les îles côtières depuis l'hélicoptère Bell 429.

Deux modèles ont été adaptés aux transects relatifs aux stades des jeunes. Le premier modèle, celui de la distribution des naissances de Myers, a été utilisé dans le cadre de relevés précédents (Myers et Bowen 1989, Bowen *et al.* 2003, 2007, den Heyer *et al.* 2017, 2021) et est décrit ci-dessous. Un nouveau modèle bayésien a également été utilisé dans le cadre des relevés relatifs aux stades des jeunes pour estimer la proportion de jeunes nés au moment où les relevés étaient effectués (Mosnier *et al.* 2023). Le modèle bayésien comprend la durée des stades (1 à 4) et la date de début des courbes de distribution des naissances comme valeurs a priori, et comporte deux stades non observés, soit le stade 0, qui définit la courbe de naissance, et le stade 6, qui permet des pertes de la colonie de reproduction par rapport au stade 5. Ce modèle est décrit en détail par Mosnier et ses collaborateurs (2023).

Modèle de distribution des naissances de Myers (DNM)

Sur l'île de Sable, où l'accès quotidien à la colonie de reproduction est possible, la durée des stades a été estimée en fonction de jeunes dont le stade avait été suivi quotidiennement du stade 1 (nouveau-né) au stade 5. Comme pour les estimations précédentes de production de jeunes, la moyenne et la variance de la durée (jours) des stades 1 à 4 ont été estimées en ajustant le modèle de transition semi-markovien avec une distribution gamma pour la durée des stades. Nous avons adapté le modèle en utilisant un paramètre de forme commune pour l'ensemble des stades, ou avec un modèle plus souple qui permettait d'utiliser un paramètre de forme distincte pour tous les stades. Le rythme auquel les jeunes entrent dans le stade j au fil du temps, $m_j(t)$, est une fonction des fonctions de transition, $\varphi_j(\tau)$, et le temps passé au stade j , τ .

$$m_j(t) = \int_0^\infty m_{j-1}(t - \tau) \varphi_{j-1}(\tau) d\tau \quad j = 1 \dots, k$$

Selon la méthodologie de Myers et Bowen (1989) et de Bowen et ses collaborateurs (2003), la proportion prévue de chaque stade présent chaque jour, P_{ij} , est estimée avec les distributions gamma et de Weibull, avec les paramètres d'échelle de forme. La proportion de jeunes qui seront observés au stade j au moment t , $n_j(t)$ est

$$n_j(t) = \int_0^\infty m_j(t - \tau) \left[1 - \int_0^\tau \varphi_j(s) ds \right] d\tau$$

Cette équation suppose qu'il n'y a aucune mortalité de jeunes ni aucune émigration, et que les jeunes de tous les stades ont la même probabilité d'être observés dans les transects de jeunes dans la colonie. Nous avons sélectionné les modèles présentant le critère d'information d'Akaike (AIC) le plus faible. On a estimé la variance des paramètres et de la proportion des jeunes nés en appliquant la méthode du jackknife aux transects de stade (Myers et Bowen 1989, Bowen *et al.* 2003, 2007).

RÉSULTATS

RELEVÉS DE RECONNAISSANCE

Les zones où l'on observe des naissances dans le détroit de Northumberland et autour de l'île du Cap-Breton ont fait l'objet de recherches sur une base régulière pour y repérer de jeunes phoques gris en janvier et en février. Tous les principaux sites d'échouerie et d'habitat considérés comme appropriés pour la mise bas dans la baie de Fundy et sur la côte de la Nouvelle-Écosse ont été examinés pour y repérer des jeunes (figure A1). Des observateurs de mammifères marins d'expérience à bord d'un aéronef King Air exploité par C et P du MPO ont effectué des relevés de reconnaissance le long des côtes sud et ouest de Terre-Neuve à la fin

janvier et au début février. Ils ont observé des échoueries de phoques gris et communs, mais aucun jeune n'a été repéré.

De nouvelles colonies ont été observées à la pointe Sud-Ouest sur l'île d'Anticosti, à l'île Purdy sur des plages qui font face à la colonie de reproduction sur l'île Saddle au sud du golfe, sur les rochers aux oiseaux ou le rocher aux Margaulx, près des îles de la Madeleine et à l'île Scatarie, sur les plages qui font face à la colonie de reproduction de l'île Hay (figure 1, tableau 1). Un certain nombre de jeunes ont notamment déjà été observés sur l'île Scatarie, mais pas de façon systématique. Il n'y avait pas de glace dans le sud du golfe au début du relevé. Vers la fin du mois de janvier, un certain couvert de glace s'était formé dans le détroit de Northumberland, et les jeunes qui y étaient observés à l'occasion se trouvaient entre les îles Amet et Pictou. Sur la côte est de la Nouvelle-Écosse, un petit nombre de jeunes ont été observés au haut-fond Bowens et à l'île Basque (nombre maximal $n = 11$), où des colonies de reproduction s'étaient déjà établies. En ce qui concerne la colonie de reproduction la plus récemment établie sur l'île Red dans le lac Bras d'Or, le nombre maximal de jeunes recensés était de 66 le 22 janvier.

DÉNOMBREMENTS NON CORRIGÉS DE JEUNES

Île de Sable

Dix-huit transects ont été survolés à l'île de Sable le 11 janvier 2021, entre 10 h 29 et 12 h 45 (heure normale de l'Est), ce qui a permis de prendre 1 313 photographies (tableau A1). La qualité de l'image était élevée sur la majeure partie de l'île (figure A3), même si la tuile orthorectifiée (fichiers ECW) était plus floue que l'imagerie initiale, qui a été utilisée pour évaluer l'identification d'un jeune en cas d'incertitude. Au total, 72 209 jeunes ont été recensés sur les images numériques verticales grand format prises sur l'île de Sable le 11 janvier 2021 (tableau 1, figure 2).

Zone côtière de la Nouvelle-Écosse

Le relevé grand format pour les îles situées au sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, soit les îles Mud, Round, Noddy et Flat, a été effectué avec sept transects (tableau A1) et 228 photographies le 16 janvier (tableau 3). Les photographies côtières et les images orthorectifiées obtenues dans le cadre des relevés réalisés avec des appareils grand format montés dans des avions à voilure fixe (tableau A1) étaient d'une qualité semblable à celles de l'île de Sable. Au total, 2 246 jeunes vivants ont été recensés dans les îles du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse (tableau 1, figure 2b). À l'île Hay, un total de 1 619 jeunes vivants a été recensé dans l'imagerie grand format réalisée le 11 janvier 2021 (figure 2c, tableau A1). Trois autres relevés aériens ont été effectués (13, 16 et 22 janvier) par hélicoptère et l'estimation la plus élevée observée à la suite de ces relevés s'élevait à 1 705 jeunes (tableau 1). Une quantité supplémentaire de 121 jeunes ont été recensés à l'île Scatarie (tableau 1), une île à proximité de l'île Hay (figure 1).

Golfe du Saint-Laurent

À l'île Brion, un total de 4 987 jeunes ont été recensés sur des images numériques verticales grand format dans le cadre d'un relevé aérien réalisé le 13 janvier 2021 (tableau 1, tableau A1). Il y a eu deux autres dénombrements réalisés à l'aide d'images saisies depuis une nacelle d'hélicoptère à l'île Brion les 15 et 20 janvier, dont le nombre maximal de 5 151 jeunes a été recensé le 15 janvier.

Pour l'île Pictou, 2 792 jeunes ont été recensés à l'aide des images numériques verticales grand format le 16 janvier 2021 (tableau 1, tableau A1). Deux autres dénombrements à l'aide

d'images saisies depuis une nacelle d'hélicoptère à l'île Pictou les 21 et 23 janvier, dont le nombre maximal de 3 604 jeunes a été recensé le 23 janvier. De même, pour l'île Saddle, 2 530 jeunes ont été recensés à l'aide de l'imagerie numérique verticale grand format le 16 janvier, et trois autres dénombrements ont été effectués à l'aide d'un appareil photo en nacelle d'hélicoptère à l'île Saddle les 13, 19 et 23 janvier, dont le nombre maximal de 3 155 jeunes a été recensé le 23 janvier.

Enfin, le nombre de jeunes sur l'île Henry a été recensé dans le cadre de trois relevés réalisés en hélicoptère les 13, 20 et 22 janvier, dont le nombre maximal de 1 447 jeunes a été recensé le 22 janvier.

ESTIMATIONS DE LA PRODUCTION DE JEUNES

Correction relative aux jeunes omis

Pour les photographies grand format de l'île de Sable, la comparaison entre les dénombrements des lecteurs et les nombres recensés établis par consensus variaient en moyenne de 0,6 % (ET = 0,27) (tableau 4). Un schéma semblable a été observé pour l'île Brion, alors que les dénombrements des lecteurs étaient légèrement inférieurs, soit 0,4 % (ET = 0,36), par rapport au nombre établi par consensus. Par conséquent, une petite correction a été appliquée concernant les jeunes omis pour chaque lecteur.

Correction relative à la mortalité des jeunes

Sur l'île de Sable, huit sites appartenant à une gamme d'habitats ont été utilisés pour estimer la proportion de jeunes morts avant le relevé aérien. Le pourcentage moyen de mortalité était de 4,7 % (ET = 1,4) (tableau 5). En raison du faible nombre de parcelles servant à déterminer la mortalité des jeunes et du faible nombre de jeunes dans ces parcelles en 2021, on a estimé la mortalité des jeunes dans la colonie de reproduction avant le relevé aérien en fonction des relevés effectués depuis 2007 (Bowen *et al.* 2007, 2011 et den Heyer *et al.* 2017). La correction basée sur plusieurs années (moyenne = 0,04, var. = 0,0001) a été appliquée à toutes les grandes colonies pour lesquelles une correction de la distribution des naissances est appliquée.

Correction relative à la distribution des naissances

Durée des stades

La durée de chaque stade a été estimée à partir de 47 jeunes observés quotidiennement entre le 18 décembre 2020 et le 27 janvier 2021 à l'île de Sable. Parmi ces jeunes, cinq n'avaient pas atteint le stade 5 avant la fin du programme sur le terrain. Des données sur la durée des stades des jeunes ont également été rendues accessibles pour 153 jeunes dont le stade avait été suivi quotidiennement, du stade 1 à 5, à la colonie de l'île de Sable en 1997, en 2007 et en 2010 par différents observateurs. Les durées estimées des stades en 2021 étaient différentes de celles des années précédentes, car le stade 2 comptait presque un jour de plus en moyenne et le stade 3, quelques jours de moins. La différence la plus significative était la durée du stade 4, qui était beaucoup plus longue en 2021 (tableau 6, figures A4 et 5). Les écarts relatifs à la durée peuvent refléter la variation interannuelle de la durée des stades ainsi que les différences dans les notes établies par les observateurs. Le passage au stade 4 et la transition de celui-ci au stade 5 se caractérisent par la présence de lanugo, comme il devrait présenter moins de variabilité dans les notes établies par les observateurs. Par conséquent, nous soupçonnons que la variation reflète la variation interannuelle de la perte du lanugo. En 2021, la saison de reproduction a été exceptionnellement chaude, ce qui pourrait avoir joué sur la perte du lanugo. Le même observateur a suivi chaque jeune en 2021 et effectué les transects des stades de

développement à l'île de Sable, de sorte que les durées estimées des stades à partir de 2021 ont été utilisées dans les modèles de distribution des naissances de l'île de Sable. Même si le modèle à forme distincte présentait l'AIC le plus faible en 2021 (tableau A2), celui-ci ne représentait pas bien le stade 4 (figure A5). Le modèle à forme commune a donc été utilisé pour adapter la courbe de distribution des naissances à l'île de Sable. En ce qui concerne les colonies côtières, pour lesquelles les transects des stades ont été estimés par un observateur d'expérience depuis un hélicoptère, les estimations de la durée des stades de 1997 à 2010 ont été utilisées parce que la variation obtenue par les observateurs qui estimaient les stades, et la variation de la durée des stades au fil des ans était plus susceptible de couvrir la durée des stades pour les colonies côtières et l'effet de l'observateur. Ici, le modèle de forme distincte était préféré et offrait un bon ajustement des modèles de durée des stades (figure 3.1, figure 3.2) et des modèles bayésiens (Mosnier *et al.* 2023).

Distributions des naissances

Pour estimer la façon dont la proportion de chaque stade de développement a changé au fil du temps, nous avons adapté le modèle de distribution des naissances aux relevés des stades visuels réalisés sur le terrain à l'île de Sable et depuis l'hélicoptère pour les colonies côtières (tableau 3). Comme pour les années précédentes, le nombre total des îles Mud, Round, Noddy et Flat au sud-ouest de la Nouvelle-Écosse a été ajusté en combinant les transects de stadification des quatre îles. De même, avec la colonie de reproduction de l'île Hay qui s'étend à l'île Scatarie adjacente, un seul modèle de distribution des naissances était adapté aux relevés de stadification des îles Hay et Scatarie. Une seule courbe de distribution des naissances était également adaptée à l'île Saddle et à l'île Purdy adjacente. Pour toutes les colonies, on a utilisé le nombre le plus élevé pour estimer la production de jeunes.

Île de Sable

Selon notre estimation et en se fondant sur les jeunes les plus âgés observés au cours des premiers jours de la saison sur le terrain, laquelle avait commencé le 10 décembre, la date de la première naissance sur l'île de Sable était le 3 décembre 2020. Chaque semaine de la saison de reproduction sur l'île de Sable, un observateur a consigné les stades de développement des jeunes dans chacune des 14 zones offrant une vaste distribution (tableau 3, figure 3.1, figure 3.2). Pour le modèle DNM, la distribution de Weibull était la mieux adaptée (tableau 7). La proportion estimée de jeunes nés avant le relevé aérien en utilisant ce dernier modèle était semblable à l'estimation obtenue avec le modèle bayésien; les estimations ajustées de la production de jeunes variaient uniquement de 220 jeunes (moins de 1 % du total). À l'aide du modèle DNM, la production estimée de jeunes pour la colonie de l'île de Sable (arrondie au centième près) était de 76 600 (ET = 2 900) jeunes (tableau 8).

Île Brion

On a estimé que la date de la première naissance à l'île Brion était le 20 décembre 2020. Cinq relevés de stades de développement ont été effectués entre le 15 janvier et le 1er février (tableau 3, figure 3.1, figure 3.2). La courbe gamma était le modèle préféré pour la distribution des naissances à l'aide du modèle DNM (tableau 7). Il y a eu trois relevés aériens et une correction pour les jeunes nés après les relevés pour le modèle DNM était très semblable pour les dénombrements de relevés les 13 et 15 janvier (tableau 8). Toutefois, en ce qui concerne le dernier relevé du 20 janvier, les nombres recensés et la production estimée de jeunes étaient moins élevés, ce qui laisse croire que certains jeunes avaient peut-être quitté la colonie. L'estimation obtenue avec le modèle bayésien, qui permet une perte de jeunes au stade 5, a notamment été moins touchée par le relevé ultérieur. L'estimation de la production de jeunes à l'île Brion était de 6 100 (ET = 400) jeunes en fonction du modèle DNM, soit un résultat plus élevé de 500 jeunes (8 % de plus) que celui obtenu à l'aide du modèle bayésien (tableau 8).

Île Henry

On a estimé que la date de la première naissance à l'île Henry était le 21 décembre 2020. Pour estimer la distribution des naissances, le stade de développement de 4 395 jeunes a été consigné le long de six transects au sol couvrant l'île entre le 5 janvier et le 9 février (figure 3, tableau 3). La courbe gamma était la distribution préférée pour la distribution des naissances à l'aide du modèle DNM (tableau 7). Il y a eu quatre dénombrements totaux à l'île Henry, soit les 5, 13, 20 et 22 janvier. Les modèles DNM et bayésien ont tous deux estimé la production de jeunes la plus élevée en se basant sur le relevé effectué le 22 janvier, lequel comptait également les nombres les plus élevés (tableau 8). Le modèle DNM estimait que la production totale de jeunes à l'île Henry était de 1 600 (ET = 110) jeunes, soit 84 jeunes (5 %) de plus que le résultat obtenu avec le modèle bayésien.

Île Pictou

On a estimé que la date de la première naissance à l'île Pictou était le 16 décembre 2020. Pour estimer la distribution des naissances, le stade de développement de 10 648 jeunes a été consigné le long de sept transects au sol couvrant l'île entre le 5 janvier et le 9 février (tableau 3, figure 3.1, figure 3.2). La distribution des naissances préférée pour le modèle DNM était une courbe de Weibull (tableau 7). Trois dénombrements étaient accessibles pour estimer la production de jeunes. Des ajustements importants ont été apportés aux dénombrements, car la distribution des naissances à l'île Pictou était plus tard que pour les autres colonies (Mosnier *et al.* 2023). Le modèle DNM utilisé au premier relevé photographique a donné lieu aux estimations de nombres de jeunes produits les plus importantes, ce qui porte à croire que les relevés ultérieurs ont sous-estimé la production de jeunes en raison de la perte de jeunes de l'île, une donnée qui n'est pas prise en compte par le modèle DNM. Le modèle bayésien comprenait la perte de la colonie et a estimé la production de jeunes la plus élevée en fonction du dénombrement du 23 janvier, ce qui porte à croire encore une fois que la perte de la colonie pourrait être importante à cet emplacement. La production totale de jeunes estimée à l'île Pictou selon le modèle DNM fondé sur le nombre brut de 3 604 jeunes le 23 janvier était de 4 700 (ET = 1 400) (tableau 8).

Îles Saddle et Purdy

On a estimé que la date de la première naissance à l'île Saddle était le 21 décembre 2020. Le stade de développement de 5 307 jeunes a été consigné au cours de six relevés couvrant l'île entre le 1^{er} et le 29 janvier (tableau 3, figure 3.1, figure 3.2). Avec le modèle DNM, la courbe gamma était la distribution des naissances préférée (tableau 7). Quatre relevés aériens ont permis de recenser des jeunes les 13, 16, 19 et 23 janvier. Ici, les modèles bayésien et DNM ont estimé la production de jeunes la plus élevée à partir du dernier relevé. Le modèle bayésien a estimé qu'il y avait environ 300 jeunes de moins (8,8 %) que le modèle DNM. On a estimé la production totale de jeunes à l'île Saddle à 3 700 (ET = 450) (tableau 8). On a estimé la présence de 190 (ET = 14) autres jeunes à l'île Purdy adjacente.

Îles Hay et Scatarie

On a estimé que la date de la première naissance à l'île Hay était le 14 décembre 2020. Pour estimer la distribution des naissances, le stade de développement de 3 120 jeunes a été consigné à partir de huit relevés visuels depuis un hélicoptère des îles Hay et Scatarie (tableau 3, figure 3.1, figure 3.2). La courbe gamma était la distribution préférée pour le modèle DNM (tableau 7). Quatre relevés effectués à l'île Hay et trois à l'île Scatarie étaient accessibles pour estimer la production totale de jeunes. En ce qui concerne l'île Hay, le modèle DNM prévoyait la production de jeunes la plus élevée à partir du deuxième relevé (16 janvier), mais il y avait très peu de différence entre les estimations de production de jeunes pour toutes les

dates de relevés. Le modèle bayésien a également fourni des estimations très cohérentes à toutes les dates de relevés, la plus élevée étant celle du 16 janvier. La production totale pour l'île Hay, excluant l'île Scatarie, a été estimée à 2 100 (ET = 340) jeunes (tableau 8).

Îles Mud, Round, Noddy. et Flat

On a estimé que la date de la première naissance à l'île Mud était le 10 décembre 2020 en fonction des transects de stades de développement survolés en hélicoptère le 20 décembre 2020. La distribution des naissances sur les îles Mud, Round, Noddy et Flat a été déterminée en fonction de la composition des stades de 1 814 jeunes à partir d'un total de 28 transects effectués en quatre jours entre le 20 décembre et le 27 janvier (tableau 3, figure 3.1, figure 3.2). La distribution préférée pour le modèle DNM était une distribution gamma (tableau 7). L'ajustement relatif aux naissances après le relevé photographique du 16 janvier était mineur, car les deux modèles de distribution des naissances estimaient que plus de 95 % des jeunes étaient nés avant le 16 janvier. La production totale pour les îles Mud, Round, Noddy et Flat a été estimée à 2 400 (ET = 200) jeunes (tableau 8).

TENDANCES RÉGIONALES

En 2021, la production totale de jeunes phoques gris s'élevait à 98 200 (ET = 8 500) individus (tableau 9). Cette estimation n'est pas de beaucoup inférieure aux estimations de 2016 (den Heyer *et al.* 2021). Le relevé de 2021 marque la première fois en 60 ans que l'estimation de la production de jeunes a diminué sur l'île de Sable (figure 4). La production estimée de jeunes dans les colonies côtières de la Nouvelle-Écosse a montré une très faible augmentation de moins de 200 animaux, passant de 4 556 à 4 700 animaux (ET = 550) en 2021, alors que dans le golfe, la production de jeunes estimée pour 2021 de 16 900 (ET = 2 400) jeunes est la plus élevée des séries chronologiques. Les îles Brion, Saddle, Henry et Pictou ont toutes connu d'importantes hausses. Pour les deux troupeaux du golfe et du plateau néo-écossais, les estimations de la production de jeunes en 2021 n'étaient pas très différentes de celles obtenues en 2016.

DISCUSSION

Après avoir connu des augmentations pendant plus de 60 ans, il s'agit du premier relevé sur la production de jeunes phoques gris en eaux canadiennes pour lequel les estimations sont pratiquement les mêmes qu'au dernier relevé. La production de jeunes parmi les colonies côtières a varié de façon considérable (tableau 1). Comme pour 2016, seulement quelques jeunes ont été observés sur le haut-fond Bowens ou à l'île Basque au large du sud de l'île du Cap-Breton. Il s'agit de régions qui produisaient plusieurs centaines de jeunes dans les années 1960 et au début des années 1970 (Mansfield et Beck 1977, Zwanenburg et Bowen 1990). Dans les années 1990, de nouvelles colonies se sont établies à l'île Hay, tout juste au sud de l'île du Cap-Breton, et sur une grappe de petites îles au sud-ouest de la Nouvelle-Écosse. La production de jeunes à l'île Hay a augmenté rapidement jusqu'en 2004, mais les estimations sont relativement stables depuis, malgré la colonie de reproduction qui s'étend maintenant à l'île Scatarie adjacente. Les colonies au sud-ouest de la Nouvelle-Écosse continuent de s'agrandir, mais elles représentent encore une petite proportion de la production totale de jeunes. On nous a informés qu'une nouvelle colonie, découverte à l'île Red dans le lac Bras d'Or en 2015, produit des jeunes chaque année depuis ce temps; 66 jeunes ont été observés en 2021. Des vols de reconnaissance ont permis de découvrir de nouveaux lieux de reproduction à l'île d'Anticosti (pointe Sud-Ouest et pointe Heath) et sur de petits rochers près de l'île Brion. Il convient de noter que des phoques avaient déjà été observés sur les rochers près de l'île Brion, mais les jeunes étaient souvent emportés pendant les tempêtes.

L'établissement de nouvelles colonies ou aires de mise bas de petite taille dans le golfe indique que la population continue d'étendre son aire de répartition en période de reproduction à l'échelle géographique et de trouver de nouveaux sites de reproduction à mesure que la glace de mer se fait de plus en plus rare (Johnston *et al.* 2005, Stenson et Hammill 2014). Soulignons que, malgré l'occurrence d'échoueries estivales et la présence d'un petit nombre d'adultes pendant l'hiver, aucune naissance n'a été observée le long de la côte de Terre-Neuve. L'île Brion et Île Pictou dans le golfe sont devenues les deuxièmes et troisièmes plus grandes colonies de reproduction dans les eaux canadiennes. Sans doute le résultat le plus significatif de ce relevé, car il représente près de 80 % de la production totale de jeunes dans l'Atlantique Nord-Ouest (den Heyer *et al.* 2021), était peut-être le changement de trajectoire de la production de jeunes à l'île Sable qui, jusqu'à ce relevé, augmentait depuis les années 1960 (Stobo et Zwanenburg 1990, Bowen *et al.* 2003, 2007, den Heyer *et al.* 2017, 2021).

Les dénombrements et les estimations non corrigés de la production de jeunes à l'île de Sable étaient tous deux inférieurs en 2021 qu'en 2016, mais pas de manière significative. Comme une seule estimation de relevé est inférieure à l'estimation précédente et que ces estimations sont incertaines, il est impossible de conclure qu'il y a eu une baisse de la production de jeunes; toutefois, on peut présumer qu'un changement s'opère dans la trajectoire, qui passe d'une pente ascendante à une pente nulle ou descendante. Une diminution ou une stabilisation de la production de jeunes peut être causée par un biais qui n'a pas été pris en compte dans le relevé ou refléter les effets retardateurs d'une augmentation des taux de mortalité juvénile au cours des deux dernières décennies (den Heyer *et al.* 2014). Il pourrait aussi y avoir eu des changements dans la proportion de femelles qui ont donné naissance en 2021 ou dans l'émigration temporaire ou permanente de la colonie de reproduction de l'île de Sable. Bien que les phoques gris se montrent très fidèles envers les colonies de reproduction, les jeunes animaux pourraient être plus susceptibles d'émigrer à mesure que de nouvelles colonies de reproduction s'établissent et que la compétition pour les ressources près de l'île de Sable augmente. Il faut souligner que certaines colonies plus petites le long de la côte de la Nouvelle-Écosse et dans le golfe ont vu leur taille augmenter rapidement et doivent recevoir un certain apport d'autres colonies de reproduction.

Les méthodes pour estimer la production de jeunes phoques gris dans l'Atlantique Nord-Ouest ont évolué depuis les années 1960. Les travaux préliminaires sur l'île de Sable et auprès des colonies sur la côte est de la Nouvelle-Écosse ont fait appel au marquage de cohortes entières pour estimer la production de jeunes et recueillir des données sur le mouvement et la dispersion des phoques gris. Des méthodes de marquage et de recapture ont aussi été utilisées pour estimer la production de jeunes dans le golfe à partir d'échantillons de jeunes marqués (Myers *et al.* 1997, Hammill *et al.* 1998). Depuis 1989, des relevés photographiques aériens ont été effectués pour estimer la production de jeunes à l'île de Sable. L'utilisation des méthodes de relevés aériens a été étendue à l'île Hay en 2004, puis à la grappe d'îles au sud-ouest de la Nouvelle-Écosse en 2016. Dans le golfe, les techniques de relevés aériens utilisées pour évaluer les phoques du Groenland (Stenson *et al.* 2003) ont été appliquées aux phoques gris en 1996 (Hammill *et al.* 2007). Ces techniques comprenaient notamment une reconnaissance étendue pour détecter toutes les concentrations de phoques sur la glace, et des relevés aériens systématiques pour estimer le nombre d'animaux présents. Avant le relevé de 2016, les jeunes qui naissaient sur des îles du golfe étaient recensés visuellement. Pour les plus grandes colonies, ces recensements visuels comportent des biais négatifs (Hammill *et al.* 2017a). Depuis 2016, l'utilisation de relevés photographiques a été étendue dans le golfe, puis dans toutes les grandes colonies en 2021. Ici, pour quelques petites colonies, nous avons aussi utilisé l'imagerie infrarouge pour recenser le nombre total de phoques et la production estimée de jeunes en fonction du rapport entre le nombre de jeunes et d'adultes tiré de photographies dans la colonie ou ses colonies avoisinantes. Le rapport entre le nombre de jeunes et d'adultes

variera entre les colonies et tout au long de la saison de reproduction. Pour mieux utiliser l'imagerie infrarouge dans les prochains relevés, il serait nécessaire d'élaborer une approche systématique pour estimer les rapports entre les nombres de jeunes et d'adultes.

Il faut corriger le nombre de jeunes recensés à l'aide de l'imagerie des relevés aériens pour tenir compte de plusieurs facteurs afin d'estimer la production totale de jeunes. Tout d'abord, comme on le constate dans d'autres relevés photographiques, certains jeunes pourraient être omis sur les photos, ce qui entraîne une sous-estimation du nombre total. Ce problème sera encore plus important dans les zones où les jeunes se déplacent sous la couverture d'arbres, comme à l'île Pictou. Ensuite, les jeunes morts peuvent ne pas figurer sur l'imagerie s'ils sont enterrés sous la neige ou le sable, ou s'ils sont emportés par les eaux ou piégés. Ici, nous avons essayé d'estimer la proportion de jeunes morts avant le relevé et on a demandé aux lecteurs de ne pas recenser les jeunes visiblement morts. Bien que l'on ait remarqué que la présence de mouettes était un indicateur pertinent de jeunes morts, il est possible que les jeunes morts depuis peu aient été recensés comme de jeunes vivants. La correction de la mortalité a notamment été estimée uniquement pour l'île de Sable, et il peut y avoir des dangers supplémentaires dans les colonies côtières de la part de prédateurs qui ne sont pas observés à l'île de Sable, comme les aigles et les coyotes. Un ours noir a aussi été observé à l'île Saddle en 2021, mais il n'y avait aucun signe de prédation à ce moment-là. En outre, nous avons augmenté le nombre de jeunes de l'imagerie pour estimer la production totale de jeunes pendant la saison de reproduction, en estimant la proportion de jeunes nés dans chaque colonie le jour du relevé aérien. Pour réduire au minimum les répercussions de cette correction, nous avons tenté d'effectuer les relevés photographiques aériens après la période de pointe des naissances, mais avant que les jeunes commencent à pénétrer dans l'eau. Les relevés aériens effectués trop tôt ne tiennent pas compte des jeunes nés après le relevé, et les relevés ultérieurs ne tiennent pas compte des jeunes morts pendant la saison, qui ont quitté la colonie ou qui déplacent leur habitat et rendent ainsi leur observation impossible (par exemple, dans des zones boisées).

Il est difficile de décrire la distribution des naissances dans les colonies pour ajuster le nombre relevé par rapport à la production totale de jeunes en raison de la variation saisonnière et interannuelle de la période des naissances. La mise bas est aussi regroupée sur le plan spatial au sein des colonies; il existe donc une variation spatiale considérable de la composition du stade de développement des jeunes dans une colonie de reproduction. Bien que les données sur la composition des stades dans des colonies autres que celle de l'île de Sable aient été limitées dans le passé, en 2021, des relevés de composition des stades de développement ont été effectués pour toutes les colonies de reproduction comptant plus de 1 000 jeunes. De plus, l'appareil photographique en nacelle d'hélicoptère a aussi créé un enregistrement numérique qui pourrait servir à estimer la composition des stades à partir de photographies. Des travaux ultérieurs seront nécessaires pour exploiter pleinement les photographies afin d'évaluer la composition des stades de développement. Cette méthode pourrait fournir des enregistrements numériques et devrait permettre d'élaborer des méthodes d'évaluation plus normalisées des stades, dont celles créées par apprentissage machine, qui pourraient améliorer les estimations de la production de jeunes et aider à préserver l'intégrité des séries chronologiques.

Pour l'île de Sable, nous disposons de données relatives à la durée des stades des jeunes couvrant plusieurs années qui ont été recueillies par plusieurs observateurs. En 2021, le même observateur a effectué les suivis individuels et les transects de stadification des jeunes. Toutefois, pour les colonies côtières, nous avons fait appel à plusieurs observateurs pour déterminer les stades depuis des hélicoptères. Pour ces colonies, nous avons aussi compté sur un nombre moindre de transects de stadification pour estimer la composition et adapter les modèles de distribution des stades, ainsi que sur une quantité plus faible de données pour

estimer la première naissance. Ce nombre inférieur a accru l'incertitude à l'égard du modèle de distribution des naissances et de l'estimation de la proportion de jeunes nés sur les îles côtières. Les répercussions de cet effort d'échantillonnage sont examinées plus en détail par Mosnier et ses collaborateurs (2023). Ici, nous avons présenté les nombres ajustés d'un nouveau modèle de distribution bayésien ainsi que le modèle DNM et la durée des stades estimée de chaque jeune suivi sur l'île de Sable. Les deux méthodes ont fourni des estimations semblables de la production totale de jeunes, mais la production de jeunes estimée par le modèle DNM est toujours plus élevée. Les plus grandes différences dans l'estimation de la production totale de jeunes dans une colonie se sont produites à l'île Pictou, où la période des naissances était la plus tardive et la proportion de naissances de jeunes avant le relevé était la plus faible. Sur l'île de Sable, une quantité considérable de données a été recueillie pour décrire la distribution des naissances et tient compte des naissances après le relevé aérien. Nos estimations concernant la proportion de jeunes nés le jour du relevé (11 janvier) sont de près de 100 %, un résultat plus élevé que la proportion estimée de jeunes nés le jour du relevé (12 janvier) en 2016, ce qui laisse entendre que la période des naissances sur l'île a continué de reculer (Bowen *et al.* 2020). Après le sevrage, les jeunes subissent un jeûne rapide et commencent lentement à quitter l'île; il est possible qu'avec une distribution des naissances anticipée, certains jeunes aient déjà quitté la colonie au moment du relevé. Bien que le nouveau modèle bayésien de distribution des naissances, qui permet une perte au stade 5, ait fourni la même estimation de la production de jeunes que le modèle DNM, il a estimé que de 5 à 6 % des jeunes avaient passé à un stade 6 non observable et quitté l'île (Mosnier *et al.* 2023). Nous avons eu recours au modèle DNM ici, car il avait été utilisé pour ajuster les nombres recensés dans les évaluations précédentes et il maintient donc les séries chronologiques dans les estimations de production de jeunes. Un modèle de distribution des naissances amélioré (Mosnier *et al.* 2023) pourrait notamment être appliqué aux estimations de production de jeunes antérieures, ou il pourrait être intégré à un modèle de population et adapté aux nombres de relevés. L'incertitude élevée entourant les estimations de la production de jeunes à l'île de Sable en 2016 et dans les colonies côtières reflète une plus grande incertitude relative à l'estimation de la proportion de jeunes nés, et des ajustements plus importants lorsque le relevé aérien est effectué plus tôt dans la distribution des naissances. En ce qui concerne l'île de Sable en 2016, la durée des stades n'a notamment pas été estimée à l'aide des suivis de chaque jeune. La durée des stades des années précédentes a donc été utilisée aux fins d'adaptation aux modèles de distribution des naissances. L'amélioration de la précision et l'exactitude du facteur de correction pour les jeunes nés après un relevé aérien amélioreraient l'interprétation des tendances relatives à la production de jeunes et l'estimation de la population.

Dans l'Atlantique Nord-Ouest, les phoques gris ont été gravement décimés à la fin des années 1800 et étaient considérés comme rares bien après le milieu du siècle dernier (Fisher 1950, Lavigne et Hammill 1993). Les programmes d'abattage du gouvernement ont fait disparaître des colonies de reproduction aux États-Unis et au Canada (Lavigne et Hammill 1993, Bowen et Lidgard 2013), mais les petites colonies à l'île de Sable, aux îles côtières à l'est de la Nouvelle-Écosse et sur la glace du golfe ont survécu. Malgré les efforts de contrôle qui se sont poursuivis dans les années 1980, les colonies de phoques gris dans le golfe et à l'île de Sable ont commencé à s'agrandir dans les années 1960. Depuis les années 1990, les colonies de reproduction ont été rétablies dans toute la plage historique (Wood *et al.* 2019, den Heyer *et al.* 2021). L'île de Sable est devenue la plus grande colonie de reproduction dans l'Atlantique Nord-Ouest dans les années 1980 et n'a pas cessé de croître jusqu'à ce que ce relevé soit effectué. Bien que l'île de Sable compte toujours pour près de 80 % de la production totale de jeunes phoques gris au Canada, l'augmentation rapide de la production de jeunes dans certaines des plus petites colonies et l'identification de nouvelles colonies de reproduction laissent entendre que malgré la perte de glace dans le golfe, il y a

toujours des sites de mise bas appropriés dans l'ensemble de la population de phoques gris. Bien qu'il existe des preuves de limitation de l'habitat de mise bas à l'île Hay, si la population est limitée sur le plan des ressources, les ressources en mer, et non l'habitat de mise bas, seront plus susceptibles d'être restreintes. D'après les résultats d'un seul relevé, il est difficile d'interpréter le changement dans la trajectoire de la production de jeunes à l'île de Sable. La poursuite du programme de marquage et d'observation à l'île de Sable peut fournir des estimations de la variabilité interannuelle de la proportion de femelles qui donnent naissance et de la perte de phoques de la colonie de reproduction découlant de l'émigration ou d'une mortalité accrue. Il sera important, compte tenu de la dominance de l'île de Sable en matière de nombre, de mener un autre relevé sur celle-ci dès que possible, car il faut savoir si la trajectoire de production de jeunes à l'île de Sable a en fait changé pour obtenir des prévisions fiables en matière de taille de la population.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier P. Rivard, S. Cadieux et P. Varkey pour leur analyse de l'imagerie, L. Sheppard et B. Stockwood pour avoir effectué des relevés sur la côte de Terre-Neuve, ainsi que S. Heaslip, W. Joyce, P. LeBlanc, N. Jeffery et M. Wilson pour la collecte des données de transect de stadification au sud-ouest de la Nouvelle-Écosse. Le soutien logistique pour les vols en hélicoptère de la garde côtière a été fourni par P. Wyatt, H. McRae, C. Lavallee, M. Dehler, J. Myra et P. Klattenhoff. Nous tenons également à remercier A. Gianelli, Airborne Sensing, S. Meddill, Parcs Canada et C et P du MPO qui ont fourni des observations de phoques dans le cadre de leurs patrouilles aériennes et organisé les vols. Les travaux ont été appuyés par le fonds de relevés du ministère des Pêches et des Océans par l'entremise du Centre d'expertise sur les mammifères marins (CEMAM).

RÉFÉRENCES CITÉES

- Baker, S. R., C. Barrette, and M. O. Hammill. 1995. [Mass transfer during lactation of an ice breeding pinniped, the grey seal \(*Halichoerus grypus*\), in Nova Scotia, Canada.](#) *Journal of Zoology* 236: 531–542.
- Bolker, B. 2016. emdbook: [Ecological models and data in R \(R package version 1.3.9\).](#)
- Boskovic, R., K. M. Kovacs, M. O. Hammill, and B. N. White. 1996. [Geographic distribution of mitochondrial DNA haplotypes in grey seals \(*Halichoerus grypus*\).](#) *Canadian Journal of Zoology* 74(10): 1787-1796.
- Bowen, W. D., and D. C. Lidgard. 2013. Marine mammal culling programs: review of effects on predator and prey populations. *Mammal Review* 43(3): 2017-220.
- Bowen, W. D., C. E. den Heyer, S. L. C. Lang, D. C. Lidgard, and S. J. Iverson. 2020. [Exploring causal components of plasticity in grey seal birthdates: Effects of intrinsic traits, demography, and climate.](#) *Ecology and Evolution* 10(20): 11507-11522.
- Bowen, W. D., C. E. den Heyer, J. I. McMillan, and M. O. Hammill. 2011. [Pup production at Scotian Shelf grey seal \(*Halichoerus grypus*\) colonies in 2010.](#) DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/066: vi + 25 p.
- Bowen, W. D., S. J. Iverson, J. I. McMillan, and D. J. Boness. 2006. Reproductive performance in grey seals: age-related improvement and senescence in a capital breeder. *Journal of Animal Ecology* 75(6): 1340-1351.

-
- Bowen, W. D., J. I. McMillan, and W. Blanchard. 2007. Reduced population growth of gray seals at Sable Island: evidence from pup production and age of primiparity. *Mar. Mamm. Sci.* 23(1): 48–64.
- Bowen, W. D., J. I. McMillan, and R. Mohn. 2003. Sustained exponential population growth of grey seals at Sable Island, Nova Scotia ICES J. Mar. Sci. 60:1265-1274.
- Bowen, W. D., W. T. Stobo, and S. J. Smith. 1992. Mass changes of grey seal *Halichoerus grypus* pups on Sable Island: differential maternal investment reconsidered. *Journal of Zoology (Lond)* 227:607–622.
- Breed, G. A., W. D. Bowen, J.I. McMillan, and M. L. Leonard. 2006. Sex segregation of seasonal foraging habitats in a non-migratory marine mammal. *Proceedings of Royal Society, B.* 273, 2319–2326.
- Breed, G. A., I. D. Jonsen, R. A. Myers, W. D. Bowen, and M. L. Leonard. 2009. [Sex-specific, seasonal foraging tactics of adult grey seals \(*Halichoerus grypus*\) revealed by state-space analysis.](#) *Ecology* 90:3209–3221.
- den Heyer, C. E., W. D. Bowen, J. Dale, J.-F. Gosselin, M. O. Hammill, D. W. Johnston, S. L. C. Lang, K. Murray, G. B. Stenson, and S. A. Wood. 2021. [Contrasting trends in gray seal \(*Halichoerus grypus*\) pup production throughout the increasing northwest Atlantic metapopulation.](#) *Marine Mammal Science* 37(2): 611-630.
- den Heyer, C. E., Bowen, W. D., and J. I. McMillan. 2014. [Long-term Changes in Grey Seal Vital Rates at Sable Island Estimated from POPAN Mark-resighting Analysis of Branded Seals.](#) DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/021. v + 21 p.
- den Heyer, C. E., S. L. C. Lang, W. D. Bowen, and M. O. Hammill. 2017. [Pup Production at Scotian Shelf Grey Seal \(*Halichoerus grypus*\) Colonies in 2016.](#) DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/056. v + 34 p.
- Frank, K. T., B. Petrie, N. L. Shackell, and J. S. Choi. 2006. [Reconciling differences in trophic control in mid-latitude marine ecosystems.](#) *Ecology Letters* 9: 1096–1105.
- Hammill, M. O., and J.-F. Gosselin. 1995. Grey seal (*Halichoerus grypus*) from the Northwest Atlantic: Female reproductive rates, age of maturity and age at first birth in Northwest Atlantic grey seals. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 2757-2761.
- Hammill M. O., J. Dale, G. B. Stenson, C. E. den Heyer, J.-F. Gosselin, and D. Johnston. 2017a. [Comparison of methods to estimate grey seal pup production at different colonies](#) DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/041. iv + 19 p.
- Hammill, M. O., C. E. den Heyer, and W. D. Bowen. 2017b. [Grey Seal Population Trends in Canadian Waters, 1960-2016 and Harvest Advice.](#) DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/052. vi + 30 p.
- Hammill, M. O., J.-F. Gosselin, and G. B. Stenson. 2013. [Abundance of Northwest Atlantic grey seals in Canadian waters.](#) *NAMMCO Sci. Publ.* 6: 99-115.
- Hammill, M. O., G. B. Stenson, R. A. Myers, and W. T. Stobo. 1998. Pup production and population trends of the grey seal (*Halichoerus grypus*) in the Gulf of St Lawrence. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 423-430.
- Harvey, V., S. D. Cote, and M. O. Hammill. 2008. [The ecology of 3-D space use in a sexually dimorphic mammal.](#) *Ecography* 31: 371–380.

-
- Iverson, S.J., W. D. Bowen, D. J. Boness, and O. T. Oftedal. 1993. The effect of maternal size and milk energy output on pup growth in grey seals (*Halichoerus grypus*). *Physiological Zoology* 66: 61-88.
- Johnston, D.W., A. S. Friedlaender, L. G. Torres, D. M. Lavigne. 2005. [Variation in sea ice cover on the east coast of Canada from 1969 to 2002: climate variability and implications for harp and hooded seals](#). *Climate Res.* 29: 209-222.
- Kovacs, K. M., and D. M. Lavigne. 1986. [Maternal investment and neonatal growth of phocid seals](#). *Journal of Animal Ecology* 55: 1035–1051.
- Lavigueur, L., and M. O. Hammill. 1993. Distribution and seasonal movements of grey seals, *Halichoerus grypus*, in the Gulf of St. Lawrence. *Can. Field Naturalist* 107: 329-340.
- Lyons, L. 1991. Experimental errors. [A practical guide to data analysis for physical science students \(pp. 1–4\)](#). Cambridge University Press.
- Mansfield, A. W. and B. Beck. 1977. The grey seal in eastern Canada. Dept. Environ., Fish. And Mar. Serv. Tech. Rep. No. 704. 81 pp.
- Mosnier, A., den Heyer, C.E., Stenson, G.B. and Hammill, M.O. 2023. A Bayesian birth distribution model for grey seals and an evaluation of the timing of harvest. *Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2023/052. iv + 34 p.
- Myers, R. A., and Bowen, W. D. 1989. [Estimating bias in aerial surveys of harp seal pup production](#). *Journal of Wildlife Management* 53: 361–372.
- Myers, R. A., M. O. Hammill, and G. B. Stenson. 1997. Using mark-recapture to estimate the numbers of a migrating population. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 2097-2104.
- Noren, S. R., D. J. Boness, S. J. Iverson, J. I. McMillan, and W. D. Bowen. 2008. Body Condition at Weaning Affects the Duration of the Postweaning Fast in Gray Seal Pups (*Halichoerus grypus*). *Physiological and Biochemical Zoology* 81(3): 269–277.
- Radford, P. J., C. F. Summers, and K. M. Young. 1978. [A statistical procedure for estimating grey seal pup production from a single census](#). *Mammal Review* 8: 35–42.
- Reed, K. L. Q., and J. R. Ashford. 1968. [A system of models for the life cycle of a biological organism](#). *Biometrika* 55: 211–221.
- Stenson, G.B., and M. O. Hammill. 2014. Can ice breeding seals adapt to habitat loss in a time of climate change? *ICES J. Mar. Sci.* 71: 1977-1986.
- Stenson, G.B., L.-P. Rivest, M.O. Hammill, J.-F. Gosselin, and B. Sjare. 2003. Estimating pup production of harp seals, *Phoca groenlandica*, in the Northwest Atlantic. *Mar. Mamm. Sci.* 19: 141-160.
- Stobo, W. T., and K. C. T. Zwanenburg. 1990. Grey seal (*Halichoerus grypus*) pup production on Sable Island and estimates of recent production in the Northwest Atlantic. *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.* 222: 171-184.
- Wood, S. A., T. R. Frasier, B. A. McLeod, J. R. Gilbert, B. N. White, W. D. Bowen, M. O. Hammill, G. T. Waring, and S. Brault. 2011. [The genetics of recolonization: an analysis of the stock structure of grey seals \(*Halichoerus grypus*\) in the northwest Atlantic](#). *Canadian Journal of Zoology* 89: 490–497.
- Wood, S. A., K. T. Murray, E. Josephson, and J. Gilbert. 2019. [Rates of increase in gray seal \(*Halichoerus grypus atlantica*\) pupping at recolonized sites in the United States, 1988–2019](#). *Journal of Mammalogy* 101: 121–128.
-

TABLEAUX

Tableau 1. Jeunes phoques gris recensés dans des colonies à l'aide de photographies grand et petit format, de relevés visuels et d'imagerie infrarouge. Les espaces vides indiquent qu'aucun jeune n'a été recensé.

Emplacement	Plateforme	Dates	1	2	3	4
Île de Sable						
Île de Sable	Grand format	11 janv.	72 209	-	-	-
Golfe du Saint-Laurent						
<i>Centre du golfe</i>						
Île Brion	Grand format	13 janv.	4 987	-	-	-
	Hélicoptère	15 et 20 janv.	5 151	4 350	-	-
Île d'Anticosti – pointe Heath	C et P du MPO	11 janv.	9	-	-	-
Île d'Anticosti – pointe Sud-Ouest	Imagerie infrarouge – C et P du MPO	12 janv.	165	-	-	-
Rocher aux Oiseaux	Imagerie infrarouge – C et P du MPO	27 janv.	87	-	-	-
Rocher aux Margaulx	Imagerie infrarouge – C et P du MPO	23 janv.	13	-	-	-
Île Deadman	Imagerie infrarouge – C et P du MPO	6, 7, 15 et 23 janv.	24	51	56	132
	Hélicoptère	15 janv. et 1 ^{er} févr.	19	0	-	-
<i>Côte sud du golfe</i>						
Île Pictou	Grand format	16 janv.	2 792	-	-	-
	Hélicoptère	21 et 23 janv.	3 452	3 604	-	-
Île Henry	C et P du MPO	5 janv.	395	-	-	-
	Hélicoptère	13, 20 et 22 janv.	1 218	1 397	1 447	-
Île Saddle	Grand format	16 janv.	2530	-	-	-
	Hélicoptère	13, 19 et 23 janv.	1 750	2 873	3 155	-
Île Purdy	Hélicoptère	29 janv.	169	-	-	-
Île Margaree	C et P du MPO	5 janv.	39	-	-	-
Île Amet	Hélicoptère	19 et 23 janv.	94	98	-	-
Zone côtière de la Nouvelle-Écosse						
<i>Est de la Nouvelle-Écosse</i>						
Île Hay	Grand format	11 janv. (2 lecteurs)	1 619	-	-	-
	Hélicoptère	13, 16 et 22 janv.	1 705	1 702	1 637	-
Île Scatarie	Hélicoptère	13, 16 et 22 janv.	70	107	121	-
Île Red	Hélicoptère	16 et 22 janv.	58	66	-	-
Haut-fond Bowens	Hélicoptère	16 janv.	2	-	-	-
Île Basque	Hélicoptère – relevé visuel	13 janv.	8	-	-	-
<i>Sud-ouest de la Nouvelle-Écosse</i>						
Île Round	Grand format	16 janv.	560	-	-	-
Île Mud	Grand format	16 janv.	1 456	-	-	-
Île Noddy	Grand format	16 janv.	184	-	-	-
Île Flat	Grand format	16 janv.	46	-	-	-

Tableau 2. Stades de développement du jeune phoque gris.

Stade	Description
1	Nouveau-né, mouillé, faible, jaunâtre (possiblement), cou visible
2	Forme tubulaire; la largeur du tronc est la même que celle des épaules, cou visible
3	Tronc plus large que les épaules, cou non visible, aucun signe de mue
4	Mue évidente, nageoires et museau exclus de ce critère
5	Mue complète (mue complétée à 95 % ou plus)

Tableau 3. Nombre de jeunes phoques gris à différents stades de développement consignés dans le cadre des relevés visuels réalisés en survolant des colonies de reproduction côtières et à partir de transects terrestres sur l'île de Sable.

Colonie Date	Aucun relevé	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4	Stade 5	Total
Île de Sable							
2020-12-17	14	548	703	3	0	0	1 254
2020-12-22	12	212	1469	189	0	1	1 871
2020-12-23	2	100	196	5	0	0	301
2020-12-29	8	302	1 172	382	30	3	1 889
2020-12-30	4	55	456	316	22	3	852
2020-12-31	2	19	273	142	25	14	473
2021-01-04	2	7	74	309	45	30	465
2021-01-05	5	35	240	749	46	39	1 109
2021-01-06	5	31	189	760	102	90	1 172
2021-01-07	2	13	50	218	111	91	483
2021-01-12	6	8	41	569	503	380	1 501
2021-01-13	8	21	105	829	535	425	1 915
2021-01-19	3	2	11	120	160	355	648
2021-01-20	11	7	51	441	394	1 644	2 537
2021-01-26	8	0	10	177	150	1 497	1 834
2021-01-27	6	0	10	136	141	983	1 270
Île Amet							
2021-01-05	1	0	7	22	0	0	29
2021-01-12	1	0	15	67	6	0	88
2021-01-19	1	0	4	41	28	10	83
Île Brion							
2021-01-11	1	62	415	1 010	83	21	1591
2021-01-15	1	30	467	1 249	203	93	2 042
2021-01-18	1	19	285	1 726	439	473	2 942
2021-01-20	1	8	151	1 054	345	431	1 989
2021-02-01	1	7	68	212	245	880	1 412
Île Henry							
2021-01-05	1	22	258	84	0	0	364
2021-01-13	1	17	379	232	6	1	635
2021-01-20	1	14	159	490	110	32	805

Colonie Date	Aucun relevé	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4	Stade 5	Total
2021-01-22	1	1	191	665	148	123	1 128
2021-02-01	1	4	36	283	181	531	1 035
2021-02-09	1	0	6	85	34	303	428
Île Pictou							
2021-01-05	1	43	450	13	1	0	507
2021-01-12	1	29	650	232	1	0	912
2021-01-19	1	58	681	643	46	14	1 442
2021-01-21	1	39	1 314	1 338	141	61	2 893
2021-01-23	1	52	393	923	224	68	1 660
2021-02-01	1	22	530	821	242	377	1 992
2021-02-09	1	1	66	468	184	523	1 242
Îles Saddle et Purdy							
2021-01-05	1	54	202	2	0	0	258
2021-01-12	1	36	453	360	4	0	853
2021-01-19	2	46	593	953	57	23	1 672
2021-01-23	1	31	318	508	95	58	1 010
2021-01-29	1	0	154	818	216	326	1 514
Îles Hay et Scatarie							
2021-01-11	1	2	166	345	22	14	549
2021-01-13	1	0	31	31	1	0	63
2021-01-16	2	4	162	444	153	113	876
2021-01-22	2	2	81	466	216	497	1 262
2021-02-09	2	0	2	46	33	289	370
Îles Mud, Round, Noddy et Flat							
2020-12-20	8	31	107	31	0	0	169
2021-01-09	7	19	72	494	30	83	698
2021-01-13	9	0	21	98	95	261	475
2021-01-27	4	0	3	22	23	424	472

Tableau 4. Lecteurs et nombre de jeunes recensé établi par consensus à partir de 30 transects tirés d'images numériques du relevé réalisé à l'île de Sable le 11 janvier et à l'île Brion le 13 janvier.

Transect	Île de Sable				Île Brion			
	Nombre recensé	Nombre recensé établi par consensus	Écart	Écart (%)	Nombre recensé	Nombre recensé établi par consensus	Écart	Écart (%)
1	1	1	0	0,00	2	2	0	0,00
2	14	15	-1	-6,67	43	42	1	2,38
3	41	42	-1	-2,38	85	85	0	0,00
4	5	5	0	0,00	79	78	1	1,28
5	87	87	0	0,00	81	81	0	0,00
6	50	51	-1	-1,96	48	49	-1	-2,04
7	98	98	0	0,00	14	15	-1	-6,67
8	77	77	0	0,00	8	8	0	0,00
9	60	59	1	1,69	38	38	0	0,00
10	64	64	0	0,00	52	52	0	0,00
11	237	237	0	0,00	68	68	0	0,00
12	75	74	1	1,35	103	105	-2	-1,90
13	142	142	0	0,00	95	96	-1	-1,04
14	158	158	0	0,00	91	90	1	1,11
15	181	181	0	0,00	66	67	-1	-1,49
16	130	132	-2	-1,52	77	78	-1	-1,28
17	175	175	0	0,00	103	106	-3	-2,83
18	266	264	2	0,76	104	104	0	0,00
19	27	27	0	0,00	122	121	1	0,83
20	156	159	-3	-1,89	99	100	-1	-1,00
21	102	103	-1	-0,97	86	86	0	0,00
22	258	259	-1	-0,39	98	98	0	0,00
23	176	176	0	0,00	72	71	1	1,41
24	56	57	-1	-1,75	38	40	-2	-5,00
25	36	36	0	0,00	223	225	-2	-0,89
26	128	130	-2	-1,54	115	114	1	0,88
27	105	106	-1	-0,94	119	119	0	0,00
28	132	133	-1	-0,75	138	137	1	0,73
29	203	204	-1	-0,49	105	102	3	2,94
30	230	231	-1	-0,43	2	2	0	0,00
Moyenne (ET)				-0,6 (0,27)				-0,42 (0,36)

Tableau 5. Nombre total de jeunes recensé à l'aide de l'imagerie des parcelles sur l'île Sable, et nombre de jeunes morts dans ces parcelles, ainsi que pourcentage de jeunes morts avant l'imagerie prise par parcelle et moyenne et écart-type (ET) du pourcentage de jeunes morts par année. Les cellules vides n'ont aucune valeur.

Année	Emplacement	Nombre total recensé	Nombre de jeunes morts	Pourcentage	Moyenne	ET
2021	Plage sud, passage Dead Horse, est	50	1	0,02	-	-
	A-frame	54	5	0,09	-	-
	Petite Italie	97	11	0,11	-	-
	Anse Boness	136	3	0,02	-	-
	N° 4 est	155	11	0,07	-	-
	Passage officiel, centre	113	2	0,02	-	-
	Creux de déflation	75	1	0,01	-	-
	Plage nord, dune, phare est	70	2	0,03	0,05	0,037
2016	Plage nord, dune, phare est	76	1	0,01	-	-
	N° 4 ouest	57	0	0,00	-	-
	Anse Beck	64	4	0,06	-	-
	Passage officiel, intérieur des terres, Nord	93	2	0,02	-	-
	Creux de déflation	88	7	0,08	-	-
	Passage Dead Horse, sud	107	8	0,07	-	-
	A-Frame, intérieur des terres, nord	102	8	0,08	-	-
	Petite Italie, intérieur des terres	107	7	0,07	-	-
	Colonie de Sternes	112	6	0,05	-	-
	Ouest de l'IOB, nord	232	13	0,06	0,05	0,027
2010	Dune, phare est	1 109	35	0,03	-	-
	Passage officiel	1 433	41	0,03	-	-
	SCF – colonie de Sternes	496	11	0,02	-	-
	Creux de déflation	1 922	36	0,02	-	-
	Plage sud (jusqu'à l'anse Beck)	638	33	0,05	-	-
	N° 4 ouest	1 216	32	0,03	-	-
	Anse Bald Dune	721	16	0,02	-	-
	Phare est, passage	507	11	0,02	0,03	0,010
2007	Anse Beck	167	5	0,03	-	-
	Creux de déflation	1 268	33	0,03	-	-
	SCF	549	16	0,03	-	-
	Phare est, plage, nord	1 082	49	0,05	-	-
	Phare est, passage, nord	238	4	0,02	-	-
	Rivage lacustre	1 395	44	0,03	-	-
	Passage officiel, est	1 392	21	0,02	-	-
	N° 4 ouest	239	13	0,05	-	-
	N° 4	311	11	0,04	0,03	0,012

Tableau 6. Estimations de la durée des stades à partir des registres quotidiens des jeunes phoques gris suivis, de la naissance jusqu'au stade 5, en 1997 (n = 47), en 2007 (n = 52), en 2010 (n = 54) et en 2021 (n = 47). Les données ont été ajustées à une distribution gamma. La fonction de densité pour gamma est $\rho(\rho t)^{k-1} \exp(-\rho t)$.

Année	Stade	Forme – FC	Taux – FC	Moyenne – FC	Écart – FC	Forme – FD	Taux – FD	Moyenne – FD	Écart – FD
2021	1	12,8629	4,3417	3,0	0,68	315,5848	105,7674	3,0	0,03
	2	12,8629	2,8919	4,5	1,54	63,1787	13,6630	4,6	0,34
	3	12,8629	1,3137	9,8	7,45	7,5275	0,7851	9,6	12,21
	4	12,8629	1,1155	11,5	10,34	2,1506	0,1017	21,2	208,06
2010	1	21,4900	7,6832	2,8	0,36	11,1749	4,0291	2,8	0,69
	2	21,4900	5,4825	3,9	0,71	88,5218	22,5274	3,9	0,17
	3	21,4900	1,6420	13,1	7,97	31,7103	2,4206	13,1	5,41
	4	21,4900	4,7485	4,5	0,95	3,7174	0,8260	4,5	5,45
2007	1	25,1543	8,4940	3,0	0,35	30,9494	10,4025	3,0	0,29
	2	25,1543	8,2674	3,0	0,37	57,3105	18,7403	3,1	0,16
	3	25,1543	2,1113	11,9	5,64	25,9406	2,1906	11,8	5,41
	4	25,1543	4,7648	5,3	1,11	8,9467	1,6816	5,3	3,16
1997	1	21,1999	5,4541	3,9	0,71	22,0426	5,6670	3,9	0,69
	2	21,1999	5,2657	4,0	0,76	23,4430	5,8169	4,0	0,69
	3	21,1999	2,0168	10,5	5,21	19,7099	1,8781	10,5	5,59
	4	21,1999	3,0093	7,0	2,34	24,2914	3,4408	7,1	2,05
1997 à 2010	1	18,7782	5,8232	3,2	0,55	13,7142	4,2873	3,2	0,75
	2	18,7782	5,1209	3,7	0,72	17,8973	4,8861	3,7	0,75
	3	18,7782	1,5926	11,8	7,4	25,2143	2,1281	11,9	5,57
	4	18,7782	3,3292	5,6	1,69	9,0058	1,6134	5,6	3,46
Toutes	1	16,9384	5,3599	3,2	0,59	15,8732	5,0320	3,2	0,63
	2	16,9384	4,4033	3,9	0,87	19,8932	5,1591	3,9	0,75
	3	16,9384	1,4958	11,3	7,57	17,7055	1,5648	11,3	7,23
	4	16,9384	2,6311	6,4	2,45	11,6960	1,8140	6,5	3,55

Tableau 7. Comparaison des modèles de distribution des naissances gamma et de Weibull Myers ajustés selon les données des transects des stades de chaque colonie. Les deux modèles comptaient des paramètres de forme (κ) et de taux (ρ). La fonction de densité pour gamma est $\rho(\rho t)^{\kappa-1} \exp(-\rho t)$ et pour Weibull, $\kappa\rho(\rho t)^{\kappa-1} \exp[-(\rho t)^\kappa]$. Le modèle le mieux adapté est en caractères gras.

Colonie	Modèle	Forme	Forme – ET	Taux	Taux – ET	AIC
Île de Sable	Gamma	4,9377	0,3749	0,2546	0,0179	-44 005,5
	Weibull	2,4723	0,1183	21,4875	0,3528	-44 159,9
Île Brion	Gamma	1,8216	0,181	0,1297	0,0179	-23 554,3
	Weibull	1,5216	0,163	14,4981	1,1095	-23 468,6
Île Henry	Gamma	3,3842	0,6662	0,1924	0,041	-10 045,2
	Weibull	2,1028	0,2193	19,0577	0,6789	-10 032,5
Île Pictou	Gamma	6,8694	1,2327	0,2175	0,058	-26 933,7
	Weibull	3,3749	0,229	32,8702	2,3271	-27 033,2
Îles Saddle et Purdy	Gamma	4,9003	0,7259	0,2326	0,0443	-12 490,2
	Weibull	2,8095	0,2659	21,9288	1,2701	-12 422,8
Îles Hay et Scatarie	Gamma	2,9802	0,55	0,1581	0,0286	-7 449,49
	Weibull	1,9401	0,2222	20,2351	2,1513	-7 435,43
Îles Mud, Round, Noddy et Flat	Gamma	1,5723	0,4437	0,1263	0,0337	-3 666,53
	Weibull	1,408	0,2618	13,1044	1,3887	-3 644,22

Tableau 8. Nombre de jeunes vivants recensé dans le cadre d'un relevé aérien, proportion estimée (prop) de jeunes nés et écarts (écart prop) et nombres recensés ajustés (nbre aj) aux fins de la distribution des naissances, jeunes omis et mortalité avant le jour des relevés photographiques en fonction des modèles de distribution des naissances Myers et bayésien, avec erreur-type (ET) et limites de confiance inférieure (LCI) et supérieure (LCS) de 95 %. L'écart dans le dénombrement (éc dén) en nombres absolus et le pourcentage sont aussi présentés. Les estimations du nombre maximal sont en caractères gras.

Date du relevé	Nombre recensé	Distribution des naissances (modèle de Myers)						Distribution des naissances (modèle bayésien)							
		Prop	Écart prop	Nbre aj	Nbre aj – ET	Nbre aj – LCI	Nbre aj – LCS	Prop	Écart prop	Nbre aj	Nbre aj – ET	Nbre aj – LCI	Nbre aj – LCS	Éc dén	Éc dén (%)
Île de Sable															
2021-01-11	72 209	0,987	0,001	76 587	2 933	70 838	82 337	0,991	0,000	76 367	1 550	73 329	79 405	220	0,3
Île Brion															
2021-01-13	4 987	0,849	0,004	6 141	452	5 255	7 026	0,939	0,000	5 563	165	5 240	5 886	578	9,4
2021-01-15	5 151	0,877	0,003	6 137	405	5 344	6 930	0,956	0,000	5 635	153	5 336	5 935	502	8,2
2021-01-20	4 350	0,928	0,002	4 899	244	4 422	5 377	0,982	0,000	4 633	113	4 410	4 855	266	5,4
Île Henry															
2021-01-05	395	0,460	0,004	898	125	653	1 143	0,648	0,010	646	104	443	849	252	28,1
2021-01-13	1 218	0,756	0,005	1 683	166	1 359	2 008	0,880	0,002	1 456	83	1 294	1 618	227	13,5
2021-01-20	1 397	0,895	0,004	1 632	124	1 388	1 876	0,958	0,000	1 528	47	1 436	1 620	104	6,4
2021-01-22	1 447	0,918	0,003	1 647	112	1 427	1 867	0,969	0,000	1 563	44	1 478	1 649	84	5,1
Île Pictou															
2021-01-16	2 792	0,560	0,061	5 213	2 308	689	9 737	0,858	0,002	3 434	212	3 019	3 849	1 779	34,1
2021-01-21	3 452	0,743	0,064	4 855	1 662	1 598	8 113	0,921	0,001	3 939	156	3 633	4 244	916	18,9
2021-01-23	3 604	0,804	0,055	4 684	1 375	1 989	7 378	0,938	0,001	4 032	139	3 760	4 304	652	13,9

Date du relevé	Nombre recensé	Distribution des naissances (modèle de Myers)						Distribution des naissances (modèle bayésien)						Éc dé n	Éc dé n (%)	
		Prop	Écart prop	Nbre aj	Nbre aj – ET	Nbre aj – LCI	Nbre aj – LCS	Prop	Écart prop	Nbre aj	Nbre aj – ET	Nbre aj – LCI	Nbre aj – LCS			
Île Saddle																
2021-01-13	1 750	0,636	0,018	2 877	618	1 666	4 087	0,823	0,003	2 247	166	1 921	2 572	630	21,9	
2021-01-16	2 530	0,736	0,019	3 593	670	2 279	4 907	0,889	0,002	2 996	151	2 700	3 291	597	16,6	
2021-01-19	2 873	0,814	0,016	3 687	581	2 549	4 825	0,933	0,001	3 236	120	3 001	3 470	451	12,2	
2021-01-23	3 155	0,889	0,011	3 711	447	2 835	4 587	0,966	0,000	3 422	97	3 231	3 613	289	7,8	
Île Hay																
2021-01-11	1 619	0,821	0,023	2 065	386	1 309	2 821	0,949	0,001	1 792	63	1 668	1 916	273	13,2	
2021-01-11	1 614	0,821	0,023	2 058	384	1 305	2 812	0,949	0,001	1 786	63	1 662	1 910	272	13,2	
2021-01-13	1 705	0,855	0,019	2 089	338	1 427	2 752	0,966	0,000	1 852	56	1 742	1 963	237	11,3	
2021-01-16	1 702	0,895	0,013	1 992	259	1 484	2 500	0,982	0,000	1 817	48	1 723	1 911	175	8,8	
2021-01-22	1 637	0,946	0,006	1 812	150	1 517	2 106	0,995	0,000	1 722	41	1 641	1 803	90	5,0	
Île Scatarie																
2021-01-13	70	0,855	0,019	86	14	59	113	0,966	0,000	76	2	72	81	10	11,6	
2021-01-16	107	0,895	0,013	125	16	93	157	0,982	0,000	114	3	108	120	11	8,6	
2021-01-22	121	0,946	0,006	134	11	112	156	0,995	0,000	127	3	121	133	7	5,0	
Île Mud																
2021-01-16	1 456	0,972	0,006	1 569	129	1 316	1 822	0,991	0,000	1 539	33	1 475	1 603	30	1,9	
Île Noddy																
2021-01-16	184	0,972	0,006	198	16	166	230	0,991	0,000	195	4	186	203	3	1,8	

Date du relevé	Nombre recensé	Distribution des naissances (modèle de Myers)						Distribution des naissances (modèle bayésien)							
		Prop	Écart prop	Nbre aj	Nbre aj – ET	Nbre aj – LCI	Nbre aj – LCS	Prop	Écart prop	Nbre aj	Nbre aj – ET	Nbre aj – LCI	Nbre aj – LCS	Éc dén	Éc dén (%)
Île Round 2021-01-16	560	0,972	0,006	603	50	506	701	0,991	0,000	592	13	567	617	11	1,8
Île Flat 2021-01-16	46	0,972	0,006	50	4	42	58	0,991	0,000	49	1	47	51	1	2,7
Nombre total maximal	89 638	-	-	97 409	-	86 002	108 818	-	-	95 373	-	91 272	99 476	2 036	2,1

Tableau 9. Dénombrement et écart-type (ET) du nombre de jeunes vivants tiré du relevé aérien et nombres recensés ajustés aux fins de la distribution des naissances et de la mortalité avant le jour des relevés photographiques. Le nombre total recensé et les erreurs types (ET) ont été inscrits au centième phoque près. Golfe = golfe du Saint-Laurent; ZCNE = zone côtière de la Nouvelle-Écosse. Le tiret indique l'absence d'estimation.

Emplacement	Méthode	Date	Nombre recensé	Dénombrement – ET	Nbre aj	Nbre aj – ET	Total	Total ET
Île de Sable	Aéronef – photographie aérienne grand format	2021-01-11	72 209	–	76 587	2 933	76 600	2 900
Golfe								
Île Brion	Aéronef – photographie aérienne grand format	2021-01-1	5 151	–	6 137	405		
Île Saddle	Hélicoptère – appareil photo dans une nacelle	2021-01-2	3 155	–	3 711	447		
Île Pictou	Aéronef – photographie aérienne grand format	2021-01-2	3 604	–	4 684	1 375		
Île Henry	Hélicoptère – appareil photo dans une nacelle	2021-01-2	1 447	–	1 647	112		
Île Purdy	Hélicoptère – appareil photo dans une nacelle	2021-01-2	169	–	186	14		
Île d'Anticosti – pointe Sud-Ouest	Aéronef – Direction de la conservation et de la protection	2021-01-1	165	6,2	–	–		
Île Deadman	Aéronef – Direction de la conservation et de la protection	2021-01-2	132	2,7	–	–		
Rocher aux Oiseaux	Aéronef – Direction de la conservation et de la protection	2021-01-2	87	3,3	–	–		
Île Margaree	Aéronef – Direction de la conservation et de la protection	2021-01-1	39	0,5	–	–		
Rocher aux Margaulx	Aéronef – Direction de la conservation et de la protection	2021-01-2	13	0,5	–	–		
Île Amet	Hélicoptère – appareil photo dans une nacelle	2021-01-2	98	–	–	–		
Île d'Anticosti – pointe Heath	Aéronef – Direction de la conservation et de la protection	2021-01-1	9	–	–	–		
Total – Golfe							16 900	2 400
ZCNE								
Île Hay	Hélicoptère – appareil photo dans une nacelle	2021-01-1	1 705	–	2 089	338		

Emplacement	Méthode	Date	Nombre recensé	Dénombrement	Nbre aj	Nbre aj – ET	Total	Total ET
				– ET				
Île Mud	Aéronef – photographie aérienne grand format	2021-01-1	1 456	–	1 569	129		
Île Round	Aéronef – photographie aérienne grand format	2021-01-1	560	–	603	50		
Île Noddy	Aéronef – photographie aérienne grand format	2021-01-1	184	–	198	16		
Île Scatarie	Hélicoptère – appareil photo dans une nacelle	2021-01-2	121	–	134	11		
Île Red	Hélicoptère – relevé visuel	2021-01-1	46	–	50	4		
Île Flat	Aéronef – photographie aérienne grand format	2021-01-1	46	–	50	4		
Île Basque	Hélicoptère – Détermination des stades visuellement	2021-01-1	8	–	–	–		
Haut-fond Bowens	Hélicoptère – appareil photo dans une nacelle	2021-01-1	2	–	–	–		
Total – ZCNE							4 700	550
TOTAL			90 426	-	-	-	98 200	5 800

FIGURES

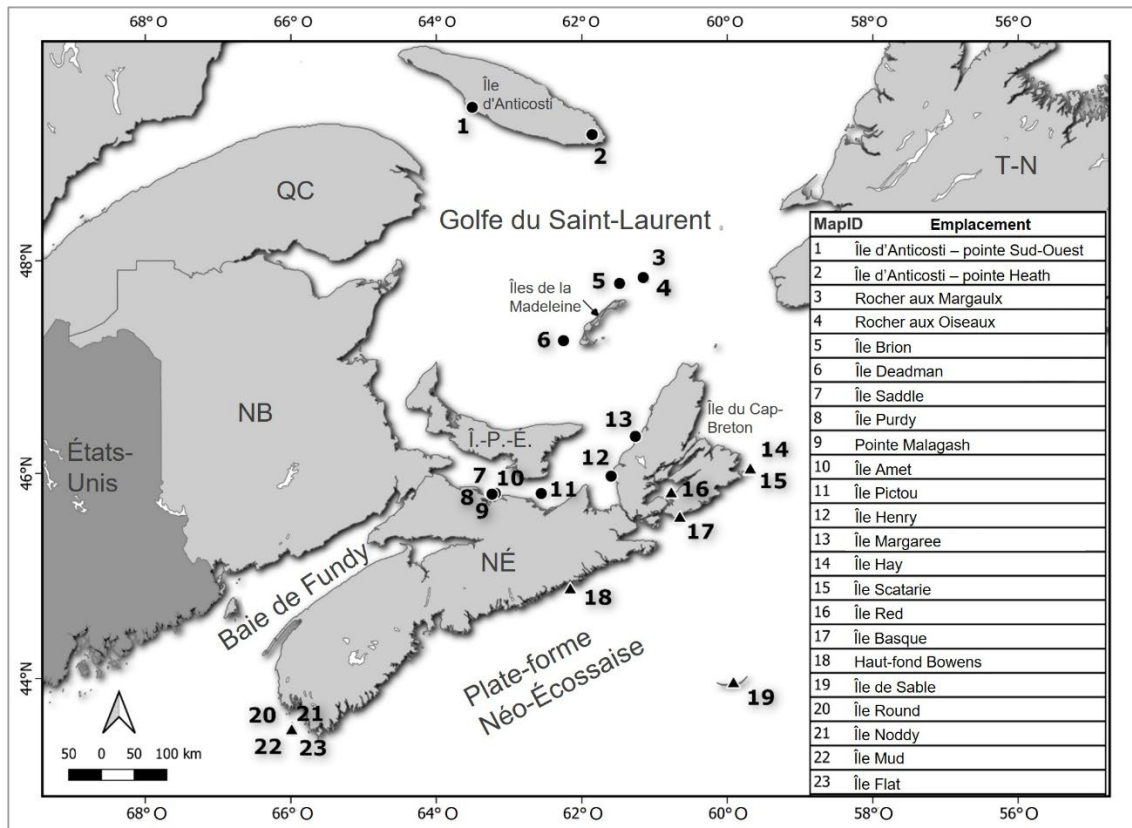


Figure 1. Carte du sud du golfe du Saint-Laurent et du plateau néo-écossais montrant les emplacements des colonies de phoques gris de l'île de Sable, des côtes de la Nouvelle-Écosse (▲) et du golfe du Saint-Laurent (●).

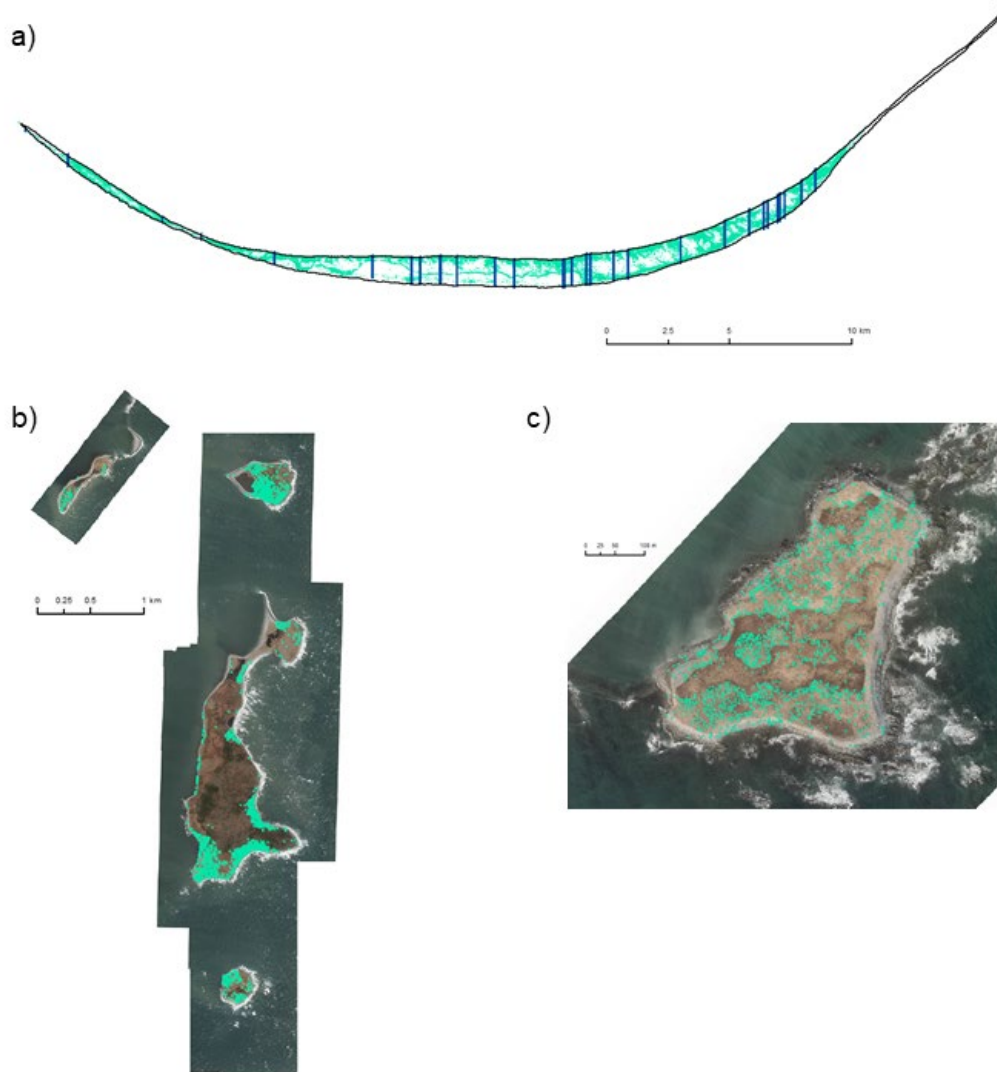


Figure 2. Répartition des jeunes phoques gris sur a) l'île de Sable (points verts) et transects de validation des dénombrements (lignes bleues), b) les îles au sud-ouest de la Nouvelle-Écosse et c) île Hay.

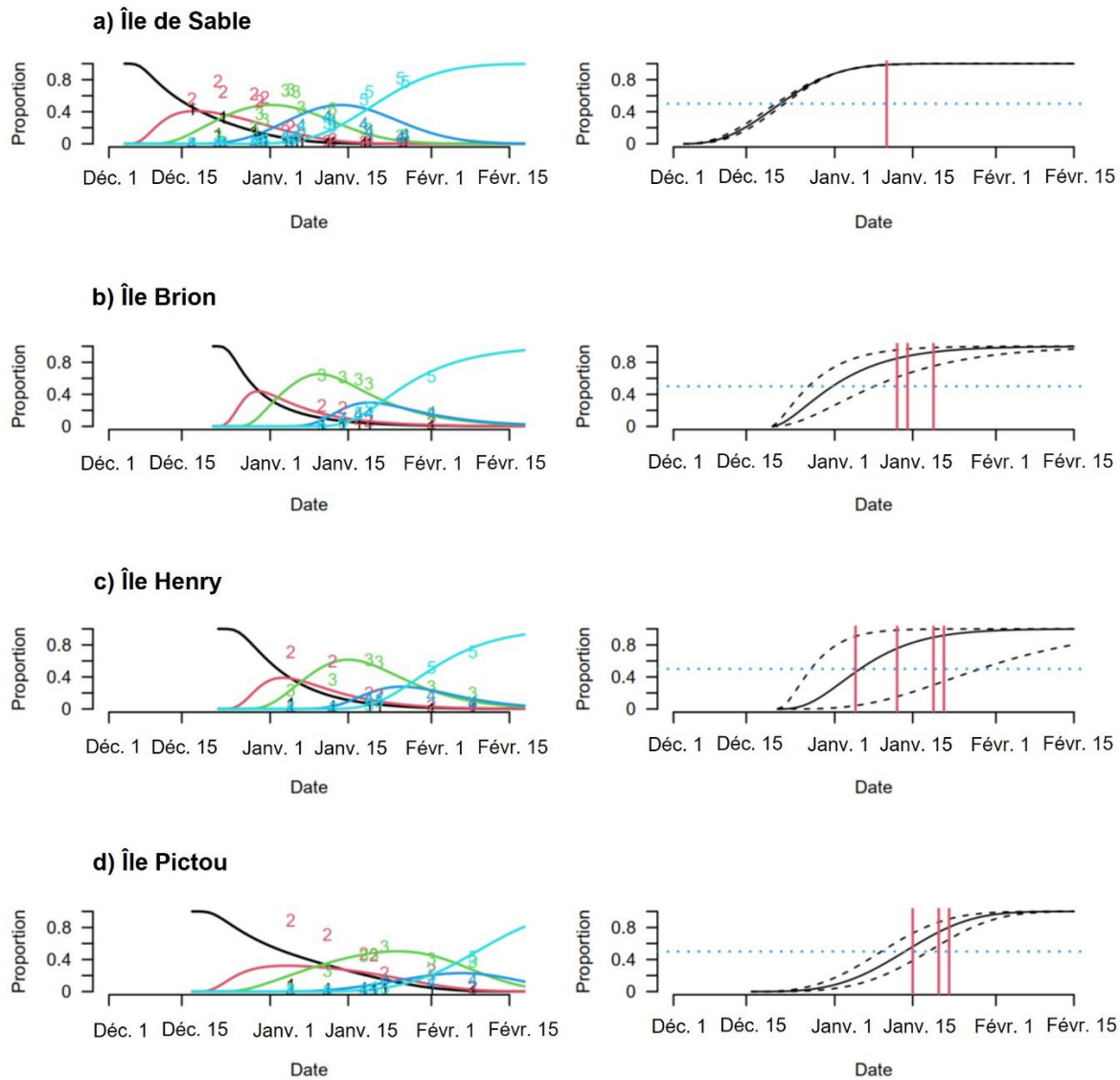


Figure 3.1. La colonne de gauche indique l'ajustement du modèle DNM aux données de relevé sur la composition des stades pour chaque colonie. La proportion de chaque stade est tracée; le nombre indique le stade et la ligne colorée indique la proportion estimée à ce stade. La colonne de droite représente la distribution cumulative estimée des naissances, où la ligne horizontale rouge indique le jour où les relevés aériens ont été effectués, et la ligne horizontale pointillée bleue, le moment auquel 50 % des jeunes étaient nés. Les limites de l'intervalle de confiance de 95 % sont représentées par des lignes en trait tireté.

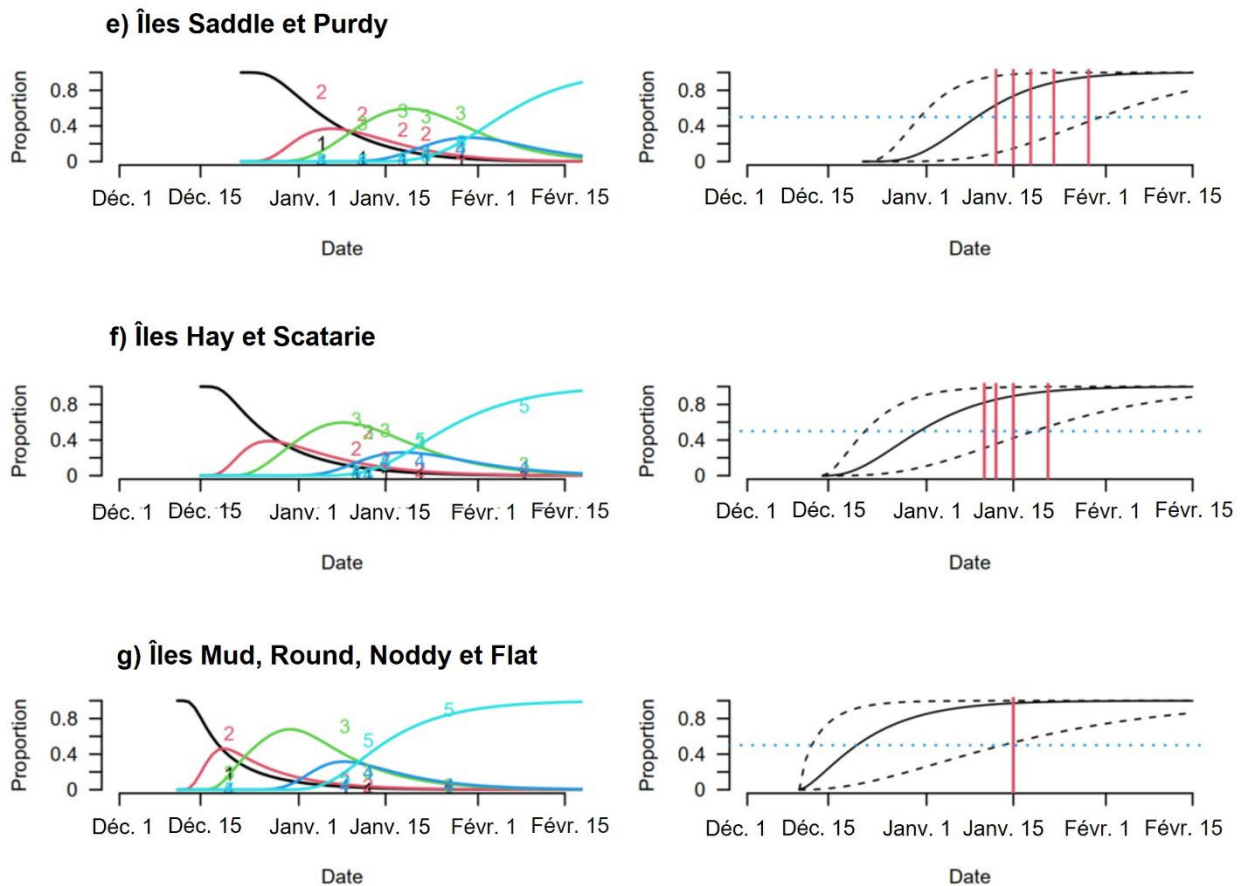


Figure 3.2. La colonne de gauche indique l'ajustement du modèle DNM aux données de relevé sur la composition des stades pour chaque colonie. La proportion de chaque stade est tracée; le nombre indique le stade et la ligne colorée indique la proportion estimée à ce stade. La colonne de droite représente la distribution cumulative estimée des naissances, où la ligne horizontale rouge indique le jour où les relevés aériens ont été effectués, et la ligne horizontale pointillée bleue, le moment auquel 50 % des jeunes étaient nés. Les limites de l'intervalle de confiance de 95 % sont représentées par des lignes en trait tireté.

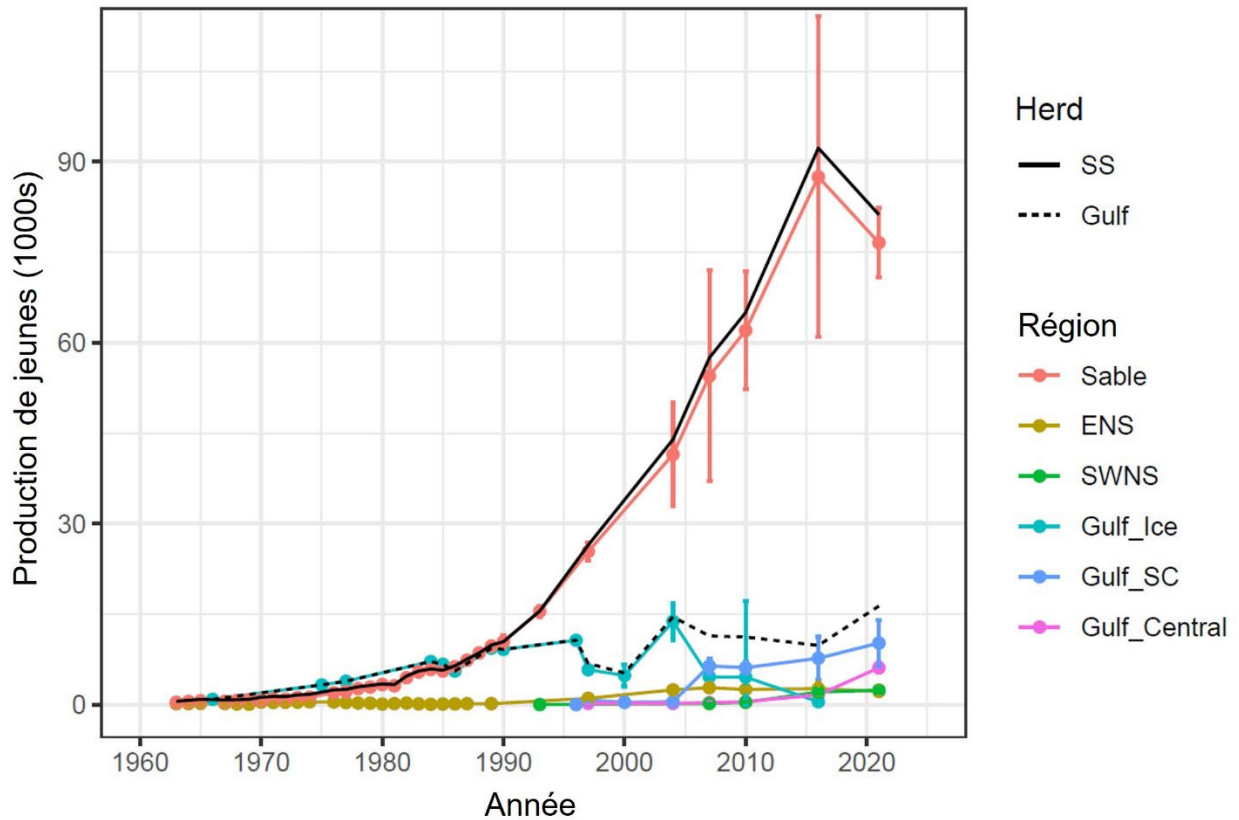


Figure 4. Tendances régionales en matière de production de jeunes dans l'ensemble de la population canadienne de phoques gris. La ligne noire pleine représente la production totale pour le plateau néo-écossais (SS), et la ligne noire pointillée, celle du golfe du Saint-Laurent (Gulf). Les lignes de couleur indiquent les colonies de l'île de Sable (Sable), de l'Est de la Nouvelle-Écosse (ENS) et du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse (SWNS), les colonies sur la glace (Gulf_Ice), celles sur la côte sud (Gulf_SC) et celles de la région centrale (Gulf_Central) du golfe du Saint-Laurent.

ANNEXE

Tableau A1. Nombres de transects survolés et de photographies prises pour chaque colonie.

Colonie	Nombre de transects	Nombre de photos
Brion	14	437
Flat	2	26
Hay	2	19
Mud, Round et Noddy	5	202
Pictou	10	589
Île de Sable	18	1 313
Saddle	2	28

Tableau A2. Tableau présentant l'AIC des modèles de durée des stades selon la forme commune (FC) et la forme distincte (FD) par saison hivernale.

Année	Forme – FC	Forme – FD
2021	469,7769	433,2672
2010	613,4738	601,8626
2007	553,7588	549,3082
1997	634,9709	634,7939
1997-2010	1 984,947	1 974,154
Toutes	2 524,746	2 523,38

Tableau A3. Le nombre de relevés concernant les stades de développement des jeunes effectués sur le terrain ou depuis un hélicoptère par emplacement.

Colonie	Aucun relevé	Aucun jeune	Premier relevé	Dernier relevé
Île Amet	3	200	2021-01-05	2021-01-19
Île Basque	1	8	2021-01-13	2021-01-13
Haut-fond Bowens	1	2	2021-01-16	2021-01-16
Île Brion	5	9 976	2021-01-11	2021-02-01
Île Margaree	1	12	2021-01-13	2021-01-13
Île Deadman	1	23	2021-01-15	2021-01-15
Îles Hay et Scatarie	8	3 120	2021-01-11	2021-02-09
Île Henry	6	4 395	2021-01-05	2021-02-09
Îles Mud, Round, Noddy et Flat	28	1 814	2020-12-20	2021-01-27

Colonie	Aucun relevé	Aucun jeune	Premier relevé	Dernier relevé
Île Pictou	7	10 648	2021-01-05	2021-02-09
Île Red	3	153	2021-01-13	2021-01-22
Île de Sable	98	19 574	2020-12-17	2021-01-27
Îles Saddle et Purdy	6	5 307	2021-01-05	2021-01-29
Total	168	55 232	2020-12-17	2021-02-09

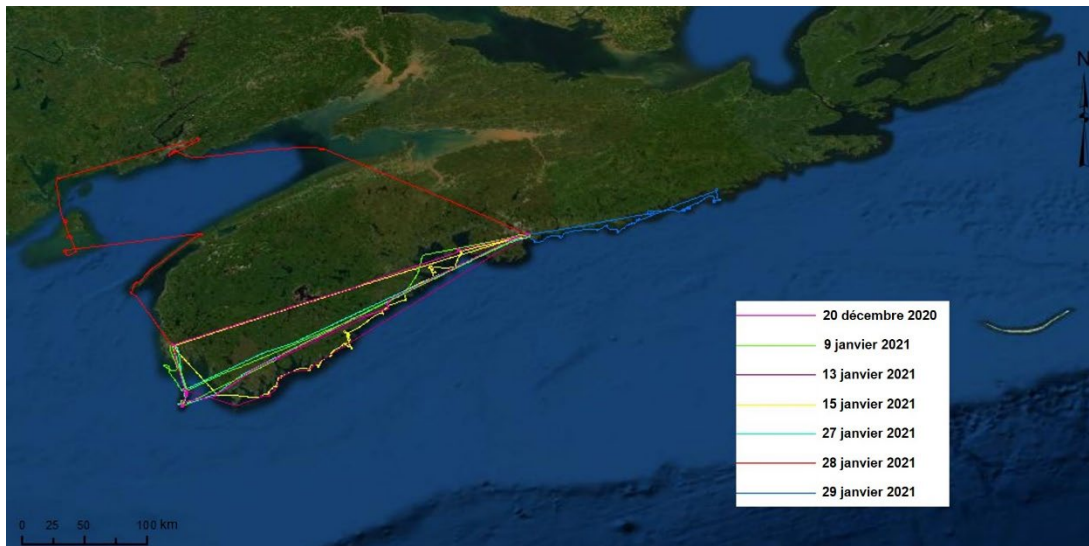


Figure A1. Relevés de reconnaissance ciblés de phoques gris à l'hiver 2020-2021 (15, 28 et 29 janvier) près et autour des échoueries connues de phoques sur la côte atlantique du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse. Des recherches opportunistes (20 décembre et 9, 13 et 27 janvier) ont été effectuées le long du littoral de la Nouvelle-Écosse en déplacement vers les colonies de reproduction au sud-ouest de la Nouvelle-Écosse. La côte est de la Nouvelle-Écosse, y compris l'île du Cap-Breton et le golfe du Saint-Laurent, a fait l'objet de recherches pendant les vols vers les colonies établies.

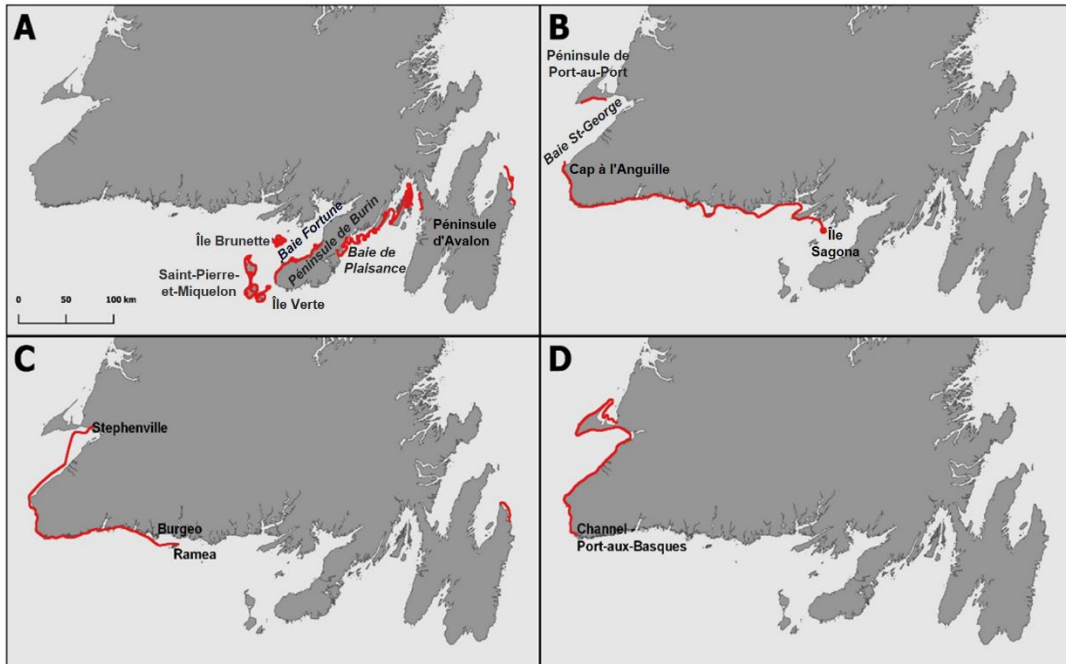


Figure A2. Relevés de reconnaissance opportunistes de phoques gris le long du littoral de Terre-Neuve à l'hiver 2020-2021. Le vol (ligne rouge) ayant eu lieu le a) 14 janvier, b) 25 janvier, c) 5 février et d) 10 février.

a) ECW l'île Mud



b) TIF l'île Mud



c) ECW l'île Sable



d) TIF l'île Sable

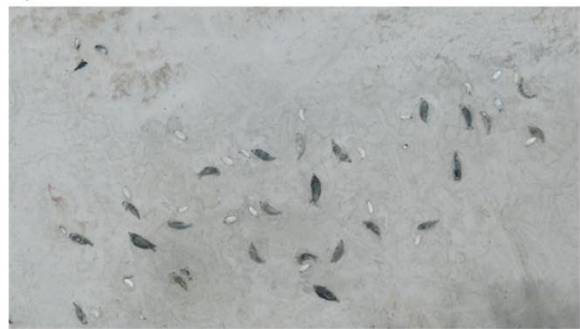


Figure A3. Exemple d'images aériennes numériques de l'île Mud (a et b) et de l'île de Sable (c et d) en deux formats différents (.ECW et .TIF).

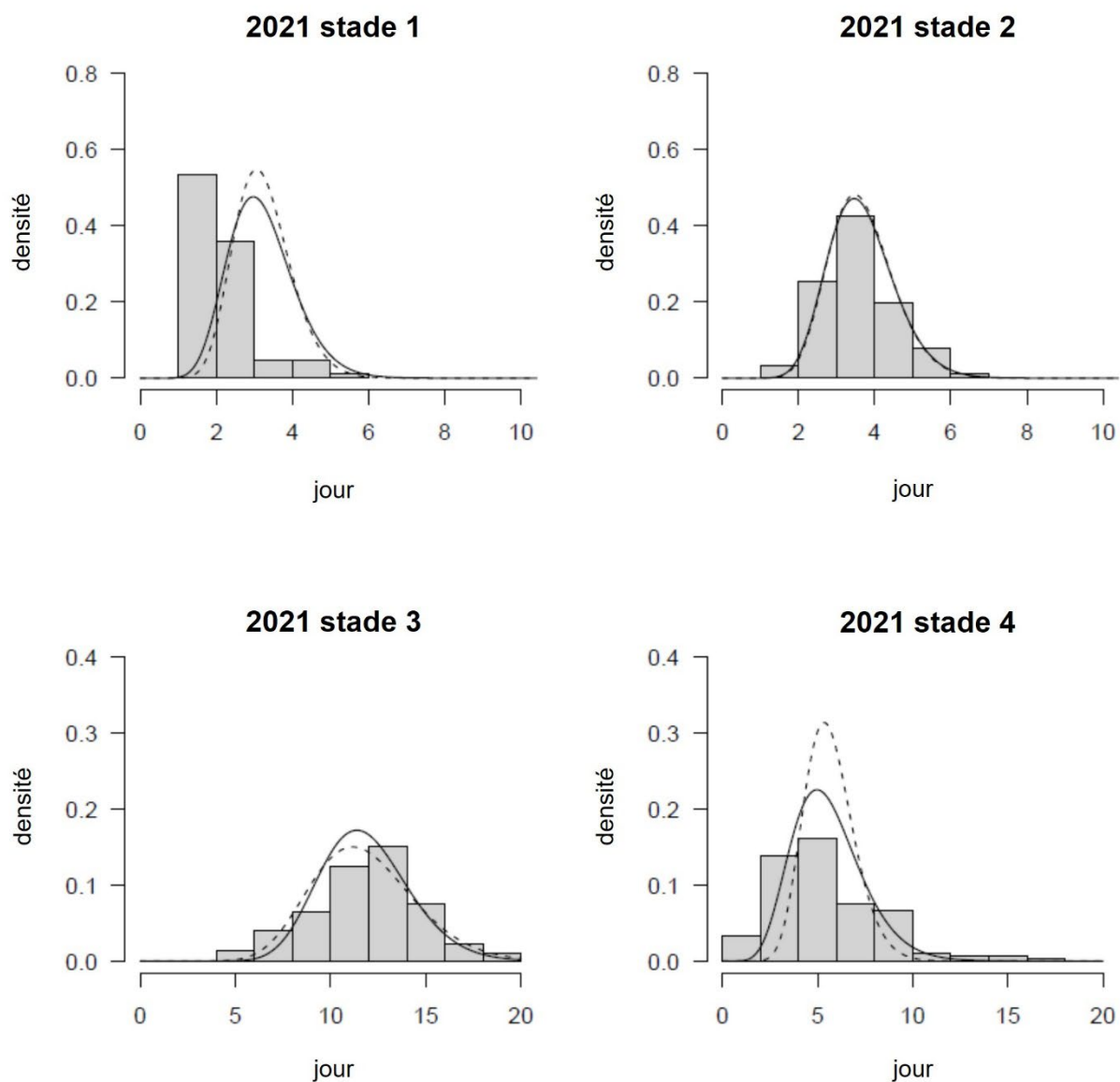


Figure A4. Densité des jeunes aux stades 1 à 4 par jour selon des suivis quotidiens sur l'île de Sable en 1997-2010 ($n = 153$). La ligne pleine représente la distribution de la densité estimée à partir du modèle DNM basé sur la forme commune, et la ligne pointillée, celle à partir du modèle DNM basé sur la forme distincte.

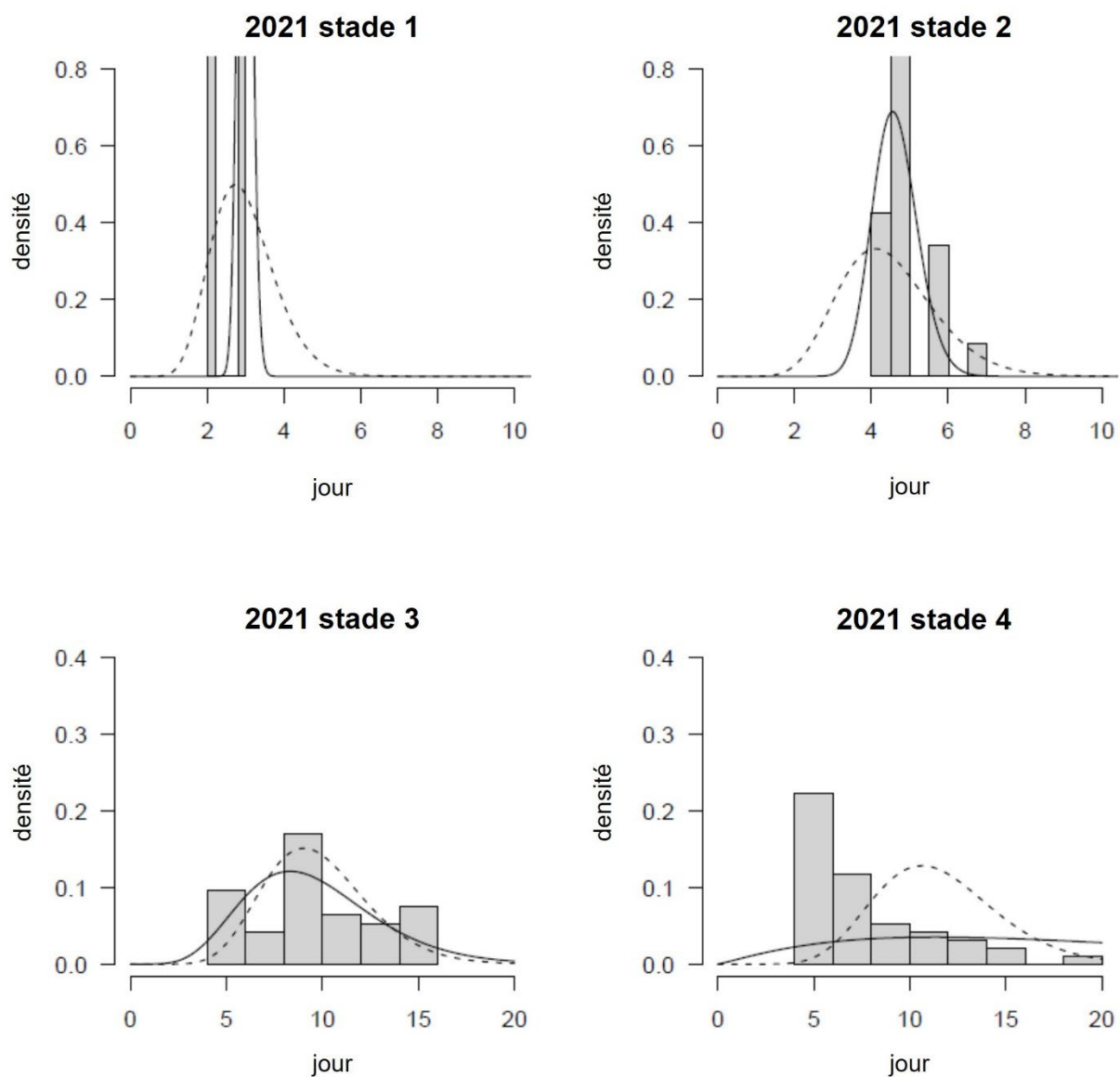


Figure A5. Densité des jeunes aux stades 1 à 4 par jour dans le stade sur l'île de Sable en 2021 ($n = 47$). La ligne pleine représente la distribution de la densité estimée à partir du modèle DNM basé sur la forme commune, et la ligne pointillée, celle à partir du modèle DNM basé sur la forme distincte.