



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 2024/048

Région du Québec

### Comportement d'échouage du phoque commun (*Phoca vitulina vitulina*) et facteurs de correction pour les survols aériens effectués en Atlantique canadien entre 2019 et 2021

Alymuhammad I. Irani<sup>1</sup>, Xavier Bordeleau<sup>1</sup>, Charmain D. Hamilton<sup>2</sup>, Damian C. Lidgard<sup>3</sup>, Cornelia E. den Heyer<sup>3</sup>, Arnaud Mosnier<sup>1</sup>, Mike O. Hammill<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut Maurice-Lamontagne  
Pêches et Océans Canada  
850 route de la Mer  
Mont-Joli, QC, G5H 3Z4

<sup>2</sup> Northwest Atlantic Fisheries Centre  
Pêches et Océans Canada  
80 East White Hills Road  
St. John's, NL, A1X 5C1

<sup>3</sup> Bedford Institute of Oceanography  
Pêches et Océans Canada  
P.O. Box 1006  
Dartmouth, NS, B2Y 4A2

---

## Avant-propos

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

### Publié par :

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

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



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du  
ministère des Pêches et des Océans, 2024

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660- 73597-9 N° cat. Fs70-5/2024-048F-PDF

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

Irani, A.I., Bordeleau, X., Hamilton, C.D., Lidgard, D.C., den Heyer, C.E., Mosnier, A., et Hammill, M.O. 2024. Comportement d'échouage du phoque commun (*Phoca vitulina vitulina*) et facteurs de correction pour les survols aériens effectués en Atlantique canadien entre 2019 et 2021. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2024/048. iv + 29 p.

### Also available in English :

Irani, A.I., Bordeleau, X., Hamilton, C.D., Lidgard, D.C., den Heyer, C.E., Mosnier, A., and Hammill, M.O. 2024. Harbour Seal (*Phoca vitulina vitulina*) Haulout Behaviour and Correction Factors for Aerial Surveys Conducted in Atlantic Canada from 2019 to 2021. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2024/048. iv + 26 p.

---

---

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	iv
INTRODUCTION .....	1
MÉTHODES.....	3
RELEVÉS AÉRIENS .....	3
DÉPLOIEMENTS DE TÉLÉMÉTRIE PAR SATELLITE ET TRAITEMENT DES DONNÉES ..	3
ANALYSE DES DONNÉES.....	5
Facteur de correction de l'ESL, 2022.....	5
Analyse documentaire.....	6
Combinaison de facteurs de correction.....	6
RÉSULTATS.....	6
FACTEUR DE CORRECTION DE L'ESL, 2022.....	6
ANALYSE DOCUMENTAIRE.....	7
COMBINAISON DE FACTEURS DE CORRECTION .....	7
DISCUSSION.....	7
REMERCIEMENTS .....	10
RÉFÉRENCES CITÉES .....	10
TABLEAUX .....	16
FIGURES .....	21

---

## RÉSUMÉ

Des relevés aériens ont été effectués entre 2019 et 2021 pour estimer l'abondance et la répartition des phoques communs (*Phoca vitulina vitulina*) dans l'ensemble du Canada atlantique : côtes de l'estuaire du Saint-Laurent et du golfe du Saint-Laurent, de la baie de Fundy, du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, de la côte est et du Cap-Breton, ainsi que des plateaux de Terre-Neuve-et-Labrador. Ces relevés ont été effectués dans des conditions favorables, pendant la période de naissance des phoques communs, sauf dans certaines régions des plateaux de Terre-Neuve-et-Labrador où le relevé a été effectué pendant la période de mue. Pour tenir compte des animaux qui ne peuvent pas être dénombrés lors des relevés aériens (c.-à-d. en mer), les facteurs de correction d'échouage ont été calculés à partir de : 1) données recueillies au moyen de déploiements de télémétrie par satellite sur les phoques communs dans l'estuaire du Saint-Laurent; et 2) valeurs de la littérature scientifique. Douze phoques communs (combinaison d'adultes ou de juvéniles et de nouveau-nés) ont été équipés d'émetteurs satellites dans l'estuaire du Saint-Laurent, fournissant des données sur leur comportement d'échouage au cours de la période du relevé (du 15 mai au 30 juin 2022). Les périodes d'échouage ont été déterminées à partir du pourcentage de temps où l'émetteur satellitaire était au sec pour chaque heure transmise. La proportion de la population échouée à tout moment au cours de la fenêtre du relevé a été estimée à l'aide d'une méthode statistique par "bootstrap", qui a corrigé l'échantillon déséquilibré d'animaux marqués selon le sexe et l'âge. Cette méthode a estimé qu'une proportion de 0,33 (IC à 95 % : 0,09-0,60) de la population de phoques communs est échouée en moyenne à tous moments lors des conditions semblables à celles du relevé, ce qui correspond à un facteur de correction moyen de 3,0 (CV : 41,7 %). Lorsqu'elle est combinée aux facteurs de correction publiés pour l'Atlantique Nord-Ouest (plage : 2,30-2,58), la moyenne pondérée de la proportion échouée était de 0,39 (IC à 95 % : 0,27-0,52) pour un facteur de correction de 2,55 (CV : 16,02 %). Pour certaines parties des plateaux de Terre-Neuve-et-Labrador survolées pendant la période de mue, nous avons calculé une proportion pondérée échouée de 0,61 (IC à 95 % : 0,50-0,71) à partir d'estimations de la littérature scientifique, ce qui correspond à un facteur de correction de 1,64 (CV : 8,67 %). Le cadre statistique par "bootstrap" élaboré pour cette analyse du comportement d'échouage à partir des données de télémétrie satellitaire constitue une amélioration importante permettant d'intégrer la variabilité comportementale et de générer des facteurs de correction pour les relevés aériens. Des efforts de marquage supplémentaires dans différentes régions et sur plusieurs années seraient nécessaires afin de fournir des facteurs de correction pour les phoques communs qui reflètent les conditions locales et pour ainsi améliorer les estimations de l'abondance et de l'incertitude connexe.

---

## INTRODUCTION

Les phoques communs (*Phoca vitulina*, que l'on trouve dans les eaux tempérées et subarctiques de tout l'hémisphère Nord, sont les pinnipèdes les plus répandus dans les zones côtières (Burns, 2009; Teilmann et Galatius, 2018). Il existe trois sous-espèces de phoques communs au Canada : les phoques communs de l'Est du Pacifique (*P. v. richardsi*), les phoques communs de l'Atlantique Ouest (*P. v. vitulina*) et les phoques communs de l'Ungava (*P. v. mellonae*), que l'on trouve le long des côtes du Pacifique, le long des côtes de l'Atlantique et de l'Arctique, et dans les lacs d'eau douce de la péninsule de l'Ungava, dans le nord du Québec, respectivement (Mansfield, 1967; Smith *et al.* 2006; Hammill *et al.* 2010; Berta et Churchill 2012).

Les phoques communs s'étendent sur une diversité de surfaces, y compris les plages de sable, les petits îlots, les rochers, les récifs, la glace de mer ou les morceaux de glace des glaciers dans toute leur aire de répartition. Les phoques communs ont une tendance saisonnière dans la proportion du temps passé à s'échouer, et les phoques s'étendent une plus grande proportion de temps à la fin du printemps et en été pendant les périodes de mise bas et de mue (Watts 1996; Dubé *et al.* 2003; Harris *et al.* 2003; Cunningham *et al.* 2009; Granquist et Hauksson 2016; Rosing-Asvid *et al.* 2020). La proportion de temps passé tout au long des périodes de naissances et de mue varie selon les stades du cycle biologique et les sexes. Les femelles passent du temps sur terre pour allaiter les nouveau-nés tandis que les mâles passent plus de temps en mer à effectuer des signaux visuels et des vocalises sous-marines dans le cadre de leur comportement d'accouplement (Thompson *et al.* 1997; Van Parijs *et al.* 1997; Rosing-Asvid *et al.* 2020). Plus la fin de la période d'allaitement approche, plus les femelles et les nouveau-nés passent de temps dans l'eau (Boness *et al.* 1994; Thompson *et al.* 1994; Jørgensen *et al.* 2001). La variation de la proportion de temps passé à l'extérieur pendant la période de mue est attribuable à la phénologie de la mue, les phoques immatures muant avant les phoques matures (Härkönen *et al.* 1999; Daniel *et al.* 2003). Le moment exact de la reproduction et de la mue peut également varier dans l'espace, la mise bas ayant lieu plus tard dans l'année à des latitudes plus au nord (Temte *et al.* 1991). Dans la plupart des endroits, les phoques communs ont également une probabilité plus élevée de s'étendre pendant les heures de marée basse, pendant la journée et dans des conditions météorologiques caractérisées par des vents faibles, des températures chaudes, l'absence de brouillard et l'absence de précipitations (Pauli et Terhune, 1987; Watts, 1996; Simpkins *et al.* 2003; Hamilton I 2014; Granquist et Hauksson 2016). Par conséquent, la plupart des relevés sur les phoques communs sont effectués pendant les saisons de mise bas et de mue, pendant les heures qui entourent la marée basse et lorsque les variables environnementales sont considérées comme favorables.

Malgré les efforts déployés pour effectuer des relevés lorsque l'on s'attend à ce qu'un nombre maximal d'animaux soient étendus, une proportion d'animaux reste dans l'eau et, par conséquent, ces animaux ne sont pas disponibles pour le dénombrement. Il existe de multiples méthodes pour créer des facteurs de correction afin de tenir compte des phoques qui ne sont pas disponibles pour être comptés pendant les relevés aériens. La plupart des facteurs de correction sont calculés à l'aide de données recueillies par des dispositifs de biotélémetrie comme des émetteurs VHF ou des capteurs d'indices biologiques attachés aux phoques (Jeffries *et al.* 2003; Simpkins *et al.* 2003; Olesiuk 2010; Lonergan *et al.* 2013; Womble *et al.* 2020), y compris idéalement toutes les classes d'âge et tous les sexes en proportion de ce qui est présent dans la population. Les émetteurs radio VHF envoient continuellement des signaux pulsés qui sont détectés par un récepteur et une antenne installée à des stations fixes ou mobiles. Bien qu'elle soit petite et rentable, la détection des animaux marqués est limitée par

---

la portée de détection du récepteur ou de l'antenne. En revanche, les capteurs d'indices biologiques enregistrent des données provenant de divers capteurs qui peuvent être utilisés pour étudier le comportement et la physiologie des animaux. Les données sont soit archivées dans l'unité ou transmises par satellite (p. ex. ARGOS) à l'utilisateur. En raison d'une largeur de bande limitée du satellite, seule une fraction des données collectées est transmise. Ainsi, il est toujours préférable de récupérer physiquement les capteurs d'indices biologiques pour accéder au dossier complet, bien que ce ne soit pas toujours possible pour de nombreux sites d'étude et espèces (Read 2018; Nowak *et al.* 2020). Les emplacements géographiques enregistrés par les capteurs d'indices biologiques sont dérivés des données provenant de Fastloc-GPS ou d'ARGOS (Rutz et Hays 2009; CLS 2016). Compte tenu de leur capacité, les capteurs d'indices biologiques sont souvent préférés aux émetteurs VHF pour l'étude du comportement d'échouage. Les données sur l'échouage peuvent être analysées pour examiner la variabilité saisonnière et quotidienne, et peuvent être modélisées avec des données environnementales et météorologiques pour estimer la proportion de la population marquée sur les échoueries dans différentes conditions. Puisque cela n'est pas toujours possible, des facteurs de correction provenant d'autres périodes et emplacements ont été utilisés, tout en reconnaissant que le comportement d'échouage peut varier dans le temps et l'espace (Boveng *et al.* 2003; Hayward *et al.* 2005; Harvey et Goley 2011; London *et al.* 2012).

L'information actuelle sur l'abondance de la population est limitée pour les phoques communs au Canada atlantique. Dans le passé, une prime pour les phoques communs a été introduite dans le Canada atlantique (à l'exception de Terre-Neuve-et-Labrador) en 1927, et à Terre-Neuve-et-Labrador en 1952 en raison de préoccupations concernant leurs répercussions sur les stocks de poissons. La prime a pris fin en 1976 après que Boulva et McLaren (1979) ont noté que les phoques communs avaient disparu des zones où ils étaient auparavant abondants et en raison de préoccupations que le déclin des populations se produisait dans de nombreuses régions. Boulva et McLaren (1979) ont utilisé des retours de primes, des entrevues et des questionnaires pour estimer l'abondance de 12 700 phoques communs au sud du Labrador en 1973. Depuis, des relevés visant à évaluer l'abondance du phoque commun ont eu lieu dans certaines régions du Canada atlantique, notamment dans l'estuaire du Saint-Laurent (ESL), le golfe du Saint-Laurent (GSL), la baie de Fundy et le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse (PNE) (Stobo et Fowler 1994; Lesage *et al.* 1995; Robillard *et al.* 2005). Dans d'autres régions du Canada atlantique, comme les plateaux de Terre-Neuve-et-Labrador, il n'y a pas eu de relevés aériens visant à évaluer l'abondance, bien que des zones limitées aient été couvertes par des relevés à terre et sur navires (Sjare *et al.* 2005). Fait à noter, un seul de ces relevés (Robillard *et al.* 2005) a été corrigé pour la proportion de phoques communs sur les échoueries au moment du relevé, à l'aide d'un facteur de correction élaboré pour les phoques communs du Pacifique Nord-Est.

Des relevés aériens ont été effectués au cours des étés de 2019 à 2021 pour répondre à la nécessité d'un portrait complet de l'abondance et de la répartition des phoques communs dans l'ensemble du Canada atlantique (Hamilton *et al.* 2023; Lidgard *et al.* 2023; Mosnier *et al.* 2023). Dans cette étude, nous avons utilisé des données sur les modèles d'échouerie recueillis à partir de déploiements de télémétrie par satellite sur les phoques communs dans l'ESL, et des valeurs de la littérature scientifique pour estimer les facteurs de correction à appliquer à ces estimations de relevés aériens. Ces valeurs de facteurs de correction sont utilisées par Lang *et al.* (2024) pour estimer l'abondance actuelle des phoques communs au Canada atlantique.

---

## MÉTHODES

### RELEVÉS AÉRIENS

Des relevés aériens visant à estimer l'abondance et la répartition des phoques communs au Canada atlantique ont été effectués le long des côtes du GSL et de l'ESL (2019), du PNE (2020-2021) et des plateaux de Terre-Neuve-et-Labrador (2021; tableau 1; figure 1; Hamilton *et al.* 2023; Lidgard *et al.* 2023; Mosnier *et al.* 2023). Ces relevés ont été effectués pendant la saison de mise bas du phoque commun (ESL, GSL, PNE, plateaux de Terre-Neuve-et-Labrador) ou de mue (plateaux de Terre-Neuve-et-Labrador) (Harris *et al.* 2003; Granquist et Hauksson 2016), les jours où les conditions étaient favorables pour l'observation des phoques et l'échouage (c.-à-d. dans les deux heures suivant la marée basse, sans pluie ni brouillard et avec des vitesses de vent inférieures à 10 nœuds; Pauli et Terhune, 1987; Simpkins *et al.* 2003; Robillard *et al.* 2005; Hamilton *et al.* 2014). Dans les zones où l'amplitude de la marée est minimale (< 1 m, sud du GSL), les vols ont eu lieu sur une période de quatre heures, centrée sur midi. Les phoques communs étendus sur leur échouerie et ceux qui s'étaient jetés à l'eau à partir de leur échouerie en raison des perturbations causées par l'hélicoptère ont été dénombrés (Hamilton *et al.* 2023; Lidgard *et al.* 2023; Mosnier *et al.* 2023).

### DÉPLOIEMENTS DE TÉLÉMÉTRIE PAR SATELLITE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

À l'automne 2021, nous avons déployé des émetteurs satellites pour recueillir des renseignements sur les échouerions (SPLASH10-F-296A et SPLASH10-BF-296C, Wildlife Computers, Redmond, Washington, É.-U.) sur huit phoques communs (deux à l'Île du Bic et six à Métis-sur-Mer, Québec : tableau 2), après la mue annuelle (voir Lesage *et al.* 2004, pour les procédures de capture et de manipulation). Bien que ce groupe comprenne probablement à la fois des adultes et des juvéniles, les renseignements sur la maturité sexuelle n'étaient pas disponibles pour distinguer ces deux classes d'âge (à l'exception de deux phoques communs dont l'âge a été estimé à l'aide de groupes de couches de croissance à partir de dents extraites; Lockyer *et al.* 2010). De plus, nous manquons également d'information sur la structure selon l'âge de la population. Pour ces raisons, les deux stades biologiques n'ont pas été différenciés dans les analyses subséquentes. Cet échantillon comprenait une seule femelle (122,0 cm de longueur, 6,5 ans) et sept mâles (de 116,0 à 137,0 cm de longueur; tableau 2). Au printemps 2022, nous avons également équipé cinq petits phoques communs sevrés (4 à l'Île du Bic et 1 à Métis-sur-Mer, Québec) avec de plus petits émetteurs satellites (SPOT-S395C, Wildlife Computers) entre le 9 et le 16 juin 2022 (voir Dubé *et al.* 2003, pour les procédures de capture et de manipulation). Cet échantillon comprenait deux femelles (91,5 à 92,0 cm de longueur) et trois mâles (93,0 à 96,0 cm de longueur : tableau 2). Tous les émetteurs ont été placés à l'arrière de la tête des phoques.

Les renseignements sur le comportement d'échouage ont été tirés du pourcentage de temps où l'émetteur était au sec— « Percent Dry », un produit de données de Wildlife Computers – fourni par le capteur de conductivité de l'émetteur. Ce capteur échantillonne toutes les trois secondes pour fournir le pourcentage d'une heure pendant laquelle l'étiquette a été sèche (lectures sèches), pour les 24 heures d'une journée UTC pour lesquelles les données ont été transmises (voir l'exemple dans la figure 2.A). Ces résumés horaires ont été recueillis à haute résolution (c.-à-d. à un pour cent près) pour les adultes et les juvéniles, et à faible résolution (c.-à-d. arrondi au dix pour cent le plus proche) pour les nouveau-nés. Comme les pourcentages de temps de passés au sec sont disponibles pour toutes les heures de la journée, ils se prêtent à une estimation de la proportion du temps d'échouage. De plus, les pourcentages de temps passés au sec ne sont pas réceptifs aux options de programmation du modèle d'étiquettes ou à

---

la façon dont les utilisateurs définissent les événements d'échouage, ce qui facilite les comparaisons de la durée des échouages entre les études. Les pourcentages de temps passés au sec sont également disponibles pour les modèles d'étiquettes plus petits (p. ex. SPOT), ce qui permet d'obtenir de l'information sur le comportement des nouveau-nés sur les échoueries. On a considéré qu'un phoque était sur l'échouerie selon le pourcentage déclaré de temps passé à sec pour chaque heure, si la valeur du pourcentage horaire de temps passé au sec était :

**1.  $\geq 50$  % du temps passé au sec**

Ce seuil nous a permis d'éliminer les heures où la majorité des lectures sèches résultaient du temps passé à la surface entre les plongées (mode : 20 %; plage : 0 à 48 %; figure 2.B). Dans Lesage *et al.* (1999), le temps de surface représentait de 21,1 % à 44,9 % de chaque cycle de plongée pour les phoques communs de l'ESL. Par conséquent, les heures avec des valeurs en pourcentage de temps passé au sec  $< 50$  % ont été affectées d'une probabilité d'échouage de zéro (Tucker *et al.* Sous presse), à l'exception de la condition suivante :

**2.  $< 50$  % du temps passé au sec, mais adjacente à une valeur de catégorie horaire  $\geq 95$  % du temps passé au sec**

Puisqu'un événement passé sur l'échouerie, pendant une heure ou plusieurs heures, a probablement commencé ou s'est terminé pendant les heures adjacentes, la contribution du pourcentage de temps passé au sec selon ces catégories a été incluse dans l'événement d'échouage.

L'application des conditions ci-dessus (représentées à la figure 2.A) a fourni des pourcentages horaires du temps passé sur les échoueries par chaque individu que nous avons utilisé comme probabilité qu'un phoque était sur une échouerie et qu'il était disponible pour être évalué à tout moment pendant le relevé. Nous avons limité les données à la période de mise bas du phoque commun (du 15 mai au 30 juin pour l'ESL; Bordeleau, données inédites), correspondant à la fenêtre du relevé (Mosnier *et al.* 2023). Il s'agissait également de la période où les données se chevauchaient adéquatement entre celles des nouveau-nés et celles des groupes plus âgés (sept des huit phoques adultes ou juvéniles et les cinq nouveau-nés; figure 3) en raison de différences dans le date de déploiement. Après avoir confirmé que les phoques communs marqués dans notre étude étaient sur les échoueries de préférence autour de la marée basse pendant les heures de clarté (figure 4), nous avons également limité nos données d'échouage aux conditions de temps et de marée correspondant à la période de relevé dans l'ESL (c.-à-d. cinq tranches horaires centrées sur la pointe de la marée basse pendant les heures de clarté; Mosnier *et al.* 2023). Comme les animaux marqués sont restés dans l'ESL tout au long de la période de relevé et les sites de déploiement se trouvaient à proximité (~65 km; figure 5), la période de la marée (tables des marées du Service hydrographique du Canada) et les heures de clarté (progiciel *suncalc* en R; Thieurmél et Elmarhraoui, 2022; équipes de base R, 2023) ont été estimées pour un emplacement situé entre les deux sites de déploiement (c.-à-d. Rimouski, Québec; figure 5). Pour vérifier les relations entre les conditions météorologiques et le comportement aux échoueries, nous avons estimé les coefficients de corrélation de Pearson entre le temps horaire passé sur les échoueries et les variables climatiques disponibles (c.-à-d. la précipitation, la vitesse du vent, la température de l'air, la température du point de rosée et la pression atmosphérique) extraites d'une station météorologique située entre nos deux sites de déploiement (c.-à-d. Mont-Joli; Centre canadien des services climatiques; figure 5). Aucune corrélation environnementale forte (-0,12 à 0,31) n'a été relevée entre les valeurs du pourcentage horaire de temps passé au sec et l'une ou l'autre des variables météorologiques extraites, ce qui concorde avec une étude antérieure menée à ces deux échoueries (Lesage, 1999). Par conséquent, les tranches horaires n'étaient filtrées que selon la marée et l'heure de la journée, sans autre filtrage en fonction des conditions environnementales.

---

## ANALYSE DES DONNÉES

### Facteur de correction de l'ESL, 2022

Douze phoques communs équipés (six mâles adultes ou juvéniles, une femelle adulte ou juvénile, cinq nouveau-nés) ont transmis 1172 heures de données au cours de la période à l'étude (figure 6). Pour chaque heure durant laquelle les données d'au moins deux individus (plage : 2 à 7 phoques) sur les échoueries étaient disponibles (total de 282 heures), nous avons d'abord calculé la proportion d'animaux sur les échoueries. La distribution résultante était non gaussienne (figure 7), ce qui pourrait entraîner une sous-estimation de la variance lors de l'utilisation des statistiques paramétriques. De plus, en raison de la transmission irrégulière des données entre les phoques, il existait une grande variabilité dans le nombre d'heures de contribution de chaque phoque (plage : 11 à 176 heures).

Pour surmonter cette limite, nous avons utilisé un cadre statistique "bootstrap" pour générer une estimation de la variance non paramétrique de la proportion de la population aux échoueries ( $P_p$ ; figure 8), tout en réduisant la disparité des heures de contribution des individus au sein de chaque groupe de sexe et d'âge, selon une structure théorique de la population. Pour ce faire, nous avons simulé une population théorique composée de 80 % d'adultes et de juvéniles (sex-ratio de 1 : 1) et de 20 % de nouveau-nés (aucune différenciation basée sur le sexe; Olesiuk, 2010). Chaque itération comprenait 10 individus (c.-à-d. quatre mâles adultes ou juvéniles, quatre femelles adultes ou juvéniles et deux nouveau-nés) sélectionnés au hasard avec remplacement parmi nos animaux marqués. Nous avons utilisé une taille d'échantillonnage de 10, malgré des données pour 12 individus, afin de maintenir des tailles de sous-échantillons réalistes dans chaque groupe de sexe et d'âge. L'échantillonnage avec remplacement nous a permis de tenir compte de la variabilité inter- et intra-individuel. De multiples itérations ont assuré une pondération similaire pour les individus au sein de chaque groupe de sexe et d'âge. Une période d'une heure et la proportion correspondante du temps passé sur les échoueries ( $P_i$ ) ont ensuite été sélectionnées au hasard à partir des données de suivi de chaque individu inclus dans l'itération. Puisque nous n'avons que des données provenant d'une seule femelle adulte ou juvénile, chaque itération "bootstrap" a été échantillonnée de façon aléatoire (avec remplacement) 4 heures dans les 176 heures disponibles pour cet animal, afin de simuler le comportement d'échouage des quatre individus nécessaires pour représenter ce groupe de sexe et d'âge. La proportion globale estimée de la population sur les échoueries pour l'itération  $i$  a été calculée comme la somme de  $P_i$  horaire pour les individus  $n$ , divisée par le nombre d'individus dans la population simulée (c.-à-d.  $n = 10$ ) :

$$P_i = (P_1 + P_2 + \dots + P_n) / n; \text{ où } n = 10 \text{ et } i \in [1, 10\ 000]$$

Ce processus a été itéré 10 000 fois pour créer une distribution de la proportion de la population aux échoueries. La distribution résultante représentait adéquatement chaque groupe de sexe et d'âge et était normalement distribuée, ce qui a permis d'estimer la moyenne globale ( $P_p$ ), l'intervalle de confiance à 95 % ( $IC_{95}$ ) et le coefficient de variation ( $V$ ) :

$$P_p = \frac{\sum_{i=1}^{10000} P_i}{10000}$$

$$IC_{95} = P_p \pm 1,96 * \sigma$$

$$CV = \sigma / P_p$$

où  $\sigma$  est l'écart-type. Le facteur de correction (FC) est l'inverse de la proportion moyenne de la population sur les échoueries ( $P_p$ ) :

$$FC = 1 / P_p$$

---

## Analyse documentaire

Une recherche dans la littérature scientifique a été effectuée pour trouver des études qui ont estimé les FC pour la période de mise bas et de mue à partir des données de télémétrie pour calculer les estimations de l'abondance des phoques communs à partir de relevés aériens. Des études présentées dans des revues à comité de lecture, des thèses, et de la littérature grise ont été passées en revue. Seules les études menées sur les phoques communs pendant la saison des naissances ou de mue, qui utilisaient des appareils de télémétrie (c.-à-d. des émetteurs VHF ou des capteurs d'indices biologiques) pour recueillir des données sur le comportement d'échouage, ont été évaluées (tableau 3). Les estimations des FC ont ensuite été regroupées par région d'étude (c.-à-d. l'Atlantique Nord-Ouest [ANO], l'Atlantique Nord-Est [ANE] et le Pacifique Nord-Est [PNE]) afin d'évaluer les différences potentielles propres au système (tableau 4).

## Combinaison de facteurs de correction

Bon nombre des études publiées n'ont pas fait état d'intervalle de confiance autour de la proportion déclarée de la population sur les échoueries à l'extérieur ou autour des FC. Par conséquent, pour combiner les estimations de ces études, nous avons estimé la variance à l'aide de la méthode d'Agresti-Coull et calculé des intervalles de confiance binomiaux de 95 % pour la proportion sur les échoueries, en utilisant la proportion moyenne estimée d'échouage et le nombre de phoques marqués (progiciel *binom* en R, Agresti et Caffo, 2000; Dorai-Raj, 2022). Par souci d'uniformité dans l'estimation de la variance, nous avons utilisé la même méthode pour recalculer la variance de nos données de télémétrie. Un CV pour chaque étude a ensuite été calculé, en utilisant la proportion moyenne déclarée de la population sur les échoueries et l'écart-type nouvellement estimé.

Nous avons utilisé une approche moyenne pondérée pour combiner les FC, dans laquelle la contribution à la moyenne globale de la proportion aux échoueries de chaque étude était pondérée par sa variance associée (Mood *et al.* 1974). Cette méthode a été utilisée pour calculer deux FC moyens, l'un pour la période de mise bas et l'autre pour la période de mue. En raison des différences observées propres au système dans les estimations publiées des FC (tableau 4), les quatre FC disponibles pour la période de mise bas dans l'ANO, y compris le nôtre, ont été combinés (Gilbert *et al.* 2005, Lambert 2012, Waring *et al.* 2015, étude du présent document). De même, pour la période de mue, les quatre FC de la littérature concernant la saison de mue seulement (Lambert 2012, Lonergan *et al.* 2013) ou concernant les périodes de mue et de mise bas (Ries *et al.* 1998, Merkel *et al.* 2013) de l'ANO et de l'ANE ont été combinés. Les estimations de l'ANE ont été incluses dans le calcul des FC combinés pour la période de mue en raison du nombre insuffisant d'estimations de l'ANO seulement pour cette période ( $n = 1$ ).

## RÉSULTATS

### FACTEUR DE CORRECTION DE L'ESL, 2022

La distribution résultant du cadre statistique "bootstrap" (10 000 itérations de 10 individus, en supposant une structure théorique de la population) était normalement distribuée. À l'aide de cette distribution, nous avons estimé une proportion moyenne de la population sur les échoueries de 0,33 (IC à 95 % : 0,09-0,60; figure 8). Cette valeur moyenne n'était pas réceptive aux variations des valeurs seuils (de 20 % à 70 %) utilisées pour distinguer les événements d'échouage du pourcentage de temps au sec en raison de la distribution bimodale du pourcentage de temps de séchage (figure 2.B). En utilisant l'inverse de la moyenne, nous avons

---

estimé un FC de 3,0 (CV : 41,7 %). Cette grande variabilité est représentative de la grande variabilité dans le comportement d'échouage inter- et intra-individuel (figure 6).

## **ANALYSE DOCUMENTAIRE**

Quatorze études publiées répondaient aux critères de fourniture d'un FC pour tenir compte de la proportion de phoques communs sur les échoueries au cours des relevés aériens (tableaux 3 et 4, figure 9). Les zones d'étude comprennent l'ANO (n = 4), l'ANE (n = 4) et le PNE (n = 7; tableaux 3 et 4, figure 9). Neuf études ont calculé un FC pour la saison des naissances, deux études ont couvert les saisons des naissances et de mue, et quatre études ont couvert la période de mue seulement. Ces FC s'étendent de 1,20 à 2,58. Les FC de l'ANO étaient plus grands que ceux de l'ANE et du PNE (tableaux 3 et 4, figure 9).

## **COMBINAISON DE FACTEURS DE CORRECTION**

Une grande partie du relevé a été effectuée pendant la période de mise bas des phoques communs. Trois estimations des FC étaient disponibles à partir de la littérature scientifique pour l'ANO pendant la période de mise bas (deux provenant de déploiements de VHF sur des phoques communs dans le Maine et une de l'ESL, entre 1995 et 2012; tableau 3). Nous avons combiné ces estimations avec le FC de la présente étude pour calculer une moyenne pondérée de la proportion de la population sur les échoueries de 0,39 (IC à 95 % : 0,27-0,52), ce qui correspond à un FC de 2,55 (CV : 16,02 %).

Une petite partie du relevé dans les plateaux de Terre-Neuve-et-Labrador a eu lieu pendant la période de mue du phoque commun (tableau 1). Un FC était disponible à partir de la littérature scientifique pour l'ANO pendant la période de mue (déploiements de VHF sur les phoques communs dans l'ESL, entre 1995 et 1996) et trois pour l'ANE pendant les périodes de mue et de mise bas combinées (entre 1994 et 2009; tableau 3). Nous avons combiné ces estimations pour calculer une moyenne pondérée de la proportion de la population sur les échoueries de 0,61 (IC à 95 % : 0,50-0,71), ce qui correspond à un FC de 1,64 (CV : 8,67 %).

## **DISCUSSION**

À l'aide de notre cadre statistique par "bootstrap", nous avons estimé une proportion moyenne de la population sur les échoueries de 0,33 (IC à 95 % : 0,09-0,60; figure 8), correspondant à un FC de 3,0 (CV : 41,7 %). Notre FC estimé représente l'une des valeurs les plus élevées mentionnées dans la littérature sur les phoques communs (tableau 3; figure 9). Il est toutefois semblable aux études antérieures sur le phoque commun dans l'ANO pendant la période des naissances (plage du FC : de 2,33 à 2,58; tableaux 3 et 4), y compris une étude menée sur les phoques communs des mêmes colonies de l'ESL que la présente étude (Lambert, 2012). De plus, en utilisant le même cadre d'analyse que la présente étude, nous avons trouvé une estimation similaire de la proportion de la population sur les échoueries de 0,40 (IC à 95 % : 0,12-0,68) et un FC de 2,48 pour 10 phoques communs adultes ou juvéniles (7 mâles et 3 femelles) équipés d'émetteurs satellites dans le golfe du Maine entre 2021 et 2022 (DeAngelis, DiGiovanni Jr., Doughty, Reese, Bort, Murray; données inédites).

Nous avons élaboré cette approche de calcul de FC principalement pour saisir adéquatement la variation compte tenu de la petite taille de notre échantillon et de la représentation déséquilibrée des groupes de sexe et d'âge. Grâce au rééchantillonnage avec remplacement, notre cadre statistique par "bootstrap" a tenu compte du niveau élevé de variabilité dans le comportement d'échouage entre les individus et au sein même de chaque individu. Cela s'est traduit par de grands intervalles de confiance pour la proportion estimée de la population sur les échoueries, à tout moment durant les conditions de relevé (moyenne = 0,33; IC à 95 % : 0,09-0,60). De plus,

---

les individus ont été sélectionnés au hasard, quelle que soit la quantité de données transmises, afin d'assurer une pondération similaire pour les individus de chaque groupe de sexe et d'âge. La structure théorique de la population a ensuite été appliquée pour s'assurer que chaque groupe de sexe et d'âge était représenté de façon appropriée. Notamment, la structure théorique de la population offre une fondation commune pour la comparaison du comportement d'échouage entre les études, ce qui est important compte tenu des différences ontogénétiques et des différences entre les sexes dans le comportement d'échouage. Pendant la saison de mise bas, les phoques communs mâles matures passent la plupart de leur temps dans l'eau à faire la parade nuptiale (Lesage 1999; Robillard *et al.* 2005), tandis que les femelles matures passent leur temps sur la terre pour allaiter le nouveau-né (Coltman *et al.* 1997; Van Parijs *et al.* 1997). Par conséquent, les mâles matures sont moins disponibles pour être dénombrés pendant le relevé. Bien que l'information sur la maturité sexuelle des animaux marqués n'était pas disponible, nous avons probablement eu une contribution de mâles matures et immatures en fonction de la variabilité de la taille (de 116 à 137 cm : tableau 2). Néanmoins, les différences entre les individus dans le comportement sur les échoueries chez les mâles qui pourraient indiquer l'état de maturité n'étaient pas apparentes (figure 6). De plus, comme les nouveau-nés sur les échoueries ont probablement un comportement différent de celui des classes plus âgées, leur temps sur terre diminuant à mesure que l'allaitement progresse (Jørgensen *et al.* 2001), leur manque de représentation pourrait avoir une incidence sur la proportion de la population sur les échoueries (et par conséquent sur le FC; p. ex. Hamilton *et al.* 2014). Bien que notre approche tienne compte de la dominance des mâles dans notre échantillon marqué et représente mieux le comportement des nouveau-nés sur les échoueries, nos données se limitaient à la présence d'une seule femelle adulte ou juvénile, ce qui limite la représentativité et la variabilité du comportement des femelles sur les échoueries. Si la femelle allaitait, le temps passé sur les échoueries pour les femelles aurait tendance à être surestimé et inversement, ce qui entraînerait des estimations biaisées pour ce groupe d'âge et de sexe. De plus, comme un seul animal représente ce groupe d'âge et de sexe, cela pourrait entraîner une sous-estimation de la variance pour ce sous-groupe, si la variation au sein même de l'individu est plus faible que la variation entre les individus.

Nous avons combiné les FC de la littérature précédemment publiée pour surmonter les limites de la petite taille de l'échantillon provenant d'une zone géographique limitée inhérente à nos données de télémétrie. Cependant, il y a de nombreux défis à relever pour combiner correctement les FC, tout en représentant de manière appropriée la variabilité du comportement sur les échoueries. Le défi le plus fondamental est la sélection d'études qui représentent adéquatement le système d'intérêt. Nous avons observé que la proportion du temps passé sur les échoueries différait selon le système océanique dans lequel l'étude a été menée (tableau 4). Il semble notamment que les phoques communs de l'ANO passent moins de temps sur les échoueries en mai et en juin que ceux de l'ANE ou du PNE. Les différences dans les FC des échoueries peuvent refléter la petite taille des échantillons, les différences dans la phénologie de la mise bas et de la mue, les différences dans la réponse aux prédateurs terrestres et marins comme les épaulards ou les requins (Nordstrom 2002; Bowlby *et al.* 2022), les perturbations (London *et al.* 2012) ou la compétition pour l'espace sur l'échouerie avec des espèces conspécifiques ou d'autres espèces comme les phoques gris (Bowen *et al.* 2003a, 2003b; den Heyer *et al.* 2021; Rossi *et al.* 2021). À la lumière de ces conditions propres au système et de la structure des communautés qui changent au fil du temps, il est important de consigner dans le système le comportement d'échouage et la période à l'étude. Nous avons donc combiné notre estimation avec celles menées uniquement dans l'ANO (4 études), pour obtenir une proportion résultante de la population aux échoueries de 0,39 (IC à 95 % : 0,27-0,52) et un FC de 2,55 (CV : 16,02 %). Les données de télémétrie au cours de la période de mue ont été limitées à une seule étude dans l'ESL, nous avons donc inclus des valeurs

---

provenant de la littérature sur l'ANE (système océanique le plus proche) pour créer un FC combiné pour le relevé aérien dans les plateaux de Terre-Neuve-et-Labrador. Le FC combiné pour la période de mue provenant des quatre valeurs de la littérature était de 1,64 (CV : 8,67 %). L'une des limites de cette approche combinée est que les CV combinés reflètent principalement l'incertitude entre les études et sous-estiment l'incertitude (entre les individus et au sein même de chaque individu) du comportement d'échouage des phoques communs. Une autre limite est que, comme les FC sont souvent estimés autour de la marée basse, la combinaison des FC ne tient pas compte de l'incertitude dans le comportement d'échouage pour le GSL, où les échoueries ont été étudiées vers midi en raison de l'amplitude minimale des marées (< 1 m).

La majorité des estimations publiées utilisaient les déploiements de VHF, qui ont leurs propres limites, pour fournir de l'information sur le comportement aux échoueries. Plusieurs des études passées en revue utilisaient des émetteurs VHF suffisamment petits pour être combinés à une étiquette de nageoire qui était attachée à la sangle des nageoires postérieures (p. ex. Huber *et al.* 2001). Ces étiquettes ont l'avantage de continuer à transmettre de l'information pendant la période de mue, mais ont une portée de détection géographique restreinte et sont vulnérables aux dommages ou aux pertes en raison de l'augmentation de la traînée au sol (Gilbert *et al.* 2005). Plus importants encore, les échouages qui se produisent à l'extérieur de la plage de VHF ne sont pas détectables et sous-estimeraient le temps d'échouage global. Toutefois, la détection des animaux marqués peut être accrue par la recherche de signaux provenant de l'aéronef utilisé pour le relevé (p. ex. Gilbert *et al.* 2005). Bien que la télémétrie par satellite ait ses propres limites (p. ex. perte pendant la mue, dommages causés aux étiquettes, couverture temporelle incomplète et coûts élevés), les données recueillies au moyen de cette technologie peuvent réduire ces biais, car elles ne sont pas limitées par l'espace.

Des renseignements démographiques de base sur les phoques communs, comme le moment de la mise bas et de la mue, font actuellement défaut dans certaines régions du Canada atlantique. Les estimations récentes des naissances ne sont disponibles que pour l'ESL (premières naissances à partir du 12 mai, une date médiane de mise bas du 25 au 28 mai et une date médiane de sevrage du 25 juin au 1er juillet; Dubé *et al.* 2003; Van de Walle 2013; Renaud *et al.* 2023). Des études menées dans les années 1980 à 1990 suggèrent que la mise bas sur l'île de Sable est semblable à celle de l'ESL et du Maine (du 19 mai au 15 juin, à la fin des années 1990, sur l'île de Sable; Bowen *et al.* 2003a; Dubé *et al.* 2003; Gilbert *et al.* 2005). Comme l'abondance du phoque commun a considérablement diminué sur l'île de Sable, les dates de la première et de la dernière naissance ont été retardées d'environ une semaine à la fin des années 1990, comparativement à la fin des années 1980 (Bowen *et al.* 2003a). On ne sait pas si un changement similaire dans les dates de mise bas s'est également produit dans le Maine ou ailleurs dans le Canada atlantique, bien que la date de la première et de la dernière naissance dans l'ESL ne semble pas avoir changé entre 1998 et 2023 (Bordeleau, données inédites). Un cline latitudinal dans le moment de la mise bas avait été observé au Canada atlantique (Temte *et al.* 1991). Cependant, il n'est pas certain que ce cline existe toujours et s'étende aux plateaux de Terre-Neuve-et-Labrador. Les données limitées qui existent pour le sud de Terre-Neuve et qui portent sur le moment de la mise bas des phoques communs suggèrent que les naissances pourraient avoir lieu un peu plus tard que dans l'ESL, l'île de Sable ou le Maine. Des phoques communs nouveau-nés ont été observés lors de vols d'essai de relevé au-dessus de Saint-Pierre-et-Miquelon à la mi-juin 2021. De plus, des phoques communs nouveau-nés se faisant allaiter ont été observés dans la baie Fortune à la mi-juillet 2022, quelques semaines après la date médiane de sevrage dans l'ESL (Lang et Sheppard, données non publiées). Un grand nombre de phoques communs se trouvent également dans le nord de Terre-Neuve (Hamilton *et al.* 2023) pour lesquels aucune donnée démographique n'est disponible. Pour cette raison, les dénombrements du relevé dans les

---

plateaux de Terre-Neuve-et-Labrador ont été divisés en deux périodes. Les relevés effectués du 6 au 14 juillet ont probablement eu lieu pendant la période de mise bas et utilisent les FC combinés calculés à partir des données d'étiquetage des phoques communs dans l'ESL (présentées dans la présente étude) et des trois valeurs publiées pour l'ANO. Les relevés du 24 juillet au 19 août ont probablement eu lieu pendant la période de mue et utilisent les FC pondérés calculés à partir des quatre valeurs provenant de la littérature des périodes de mise bas et de mue et les périodes de mue.

Nous fournissons les FC de mise bas et de mue pour tenir compte de la proportion de phoques dans l'eau qui ne peuvent pas être comptés lors des relevés aériens effectués au Canada atlantique de 2019 à 2021. En raison de la faible taille de notre échantillon, de notre représentativité limitée et de notre couverture spatiale limitée dans les déploiements, nous avons combiné notre estimation calculée avec celles de la littérature. Pour améliorer ces estimations, il faut augmenter la taille de l'échantillon et s'assurer que chaque étape du cycle biologique est bien représentée, ainsi que le marquage des phoques dans l'ensemble du Canada atlantique pour une meilleure représentativité spatiale. En raison de conditions météorologiques défavorables pendant la période des naissances, de futurs relevés pourraient également être effectués pendant la période de mue dans certaines régions. Par conséquent, les données de la période de mue sont également nécessaires pour déterminer l'ampleur de la variabilité régionale et saisonnière dans le comportement d'échouage. Sur une échelle plus fine, l'augmentation de la taille de l'échantillon pourrait ultimement nous permettre d'inclure officiellement l'autocorrélation temporelle et la non-indépendance des données d'échouage obtenues du même animal, tout en caractérisant l'effet des variables climatiques sur le comportement d'échouage (voir Cronin *et al.* 2009). En plus d'augmenter la taille de l'échantillon, les travaux futurs, à l'aide du pourcentage de temps au sec, pourraient également bénéficier d'une plus grande certitude sur les états comportementaux en utilisant une combinaison de seuils de pourcentage de temps au sec (décrits dans le présent document) et d'informations sur la position (distance de la côte ou de la bathymétrie) pour déterminer les états.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions Anne P. St -Pierre (MPO) et Shelley Lang (MPO) d'avoir fourni de la rétroaction au cours de cette étude, Hassen Allegue (MPO) pour son expertise statistique et Pierre Goulet (MPO) d'avoir produit la figure 1. Nous remercions également Sam Mongrain (MPO) pour son expertise en matière de capture et de marquage des phoques, Anne Ju Laberge (Université de Sherbrooke : UdeS) d'avoir fourni des renseignements récents sur la phénologie des naissances dans l'ESL, et le reste des équipes sur le terrain impliqué dans le marquage des phoques communs, y compris Pier-Olivier Cusson (UdeS) et Fanie Pelletier (UdeS). Nous tenons à remercier nos collègues américains (M. DeAngelis, Naval Undersea Warfare Center; R. DiGiovanni Jr., Atlantic Marine Conservation Society; L. Doughty, Marine Mammals of Maine; D. Reese, Naval Facilities Engineering Systems Command Atlantic, J. Bort, Naval Facilities Engineering Systems Command Atlantic; K. Murray, National Marine Fisheries Service) pour avoir fourni leurs données inédites sur le phoque commun.

## RÉFÉRENCES CITÉES

Agresti, A., et Caffo, B. 2000. Simple and effective confidence intervals for proportions and differences of proportions result from adding two successes and two failures. *Am. Stat.* 54: 280-288.

- 
- Berta, A., et Churchill, M. 2012. Pinniped taxonomy: review of currently recognized species and subspecies, and evidence used for their description. *Mamm. Rev.* 42: 207-234.
- Boness, D.J., Bowen, W.D., et Oftedal, O.T. 1994. Evidence of a maternal foraging cycle resembling that of otariid seals in a small phocid, the harbour seal. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 34: 95-104.
- Boulva, J., et McLaren, I.A. 1979. Biology of the harbor seal, *Phoca vitulina*, in Eastern Canada. *Bull. Fish. Res. Board Can.* 200.
- Boveng, P.L., Bengtson, J.L., Withrow, D.E., Cesarone, J.C., Simpkins, M.A., Frost, K.J., et Burns, J.J. 2003. The abundance of harbour seals in the Gulf of Alaska. *Mar. Mamm. Sci.* 19: 111-127.
- Bowen, W.D., Ellis, S.L., Iverson, S.J., et Boness, D.J. 2003a. Maternal and newborn life-history traits during periods of contrasting population trends: implications for explaining the decline of harbour seals (*Phoca vitulina*), on Sable Island. *J. Zool, Lond.* 261: 155-163.
- Bowen, W.D., McMillan, J., et Mohn, R. 2003b. Sustained exponential population growth of grey seals at Sable Island, Nova Scotia. *ICES J. Mar. Sci.* 60: 1265–1274.
- Bowlby, H.D., Joyce, W.N., Winton, M.V., Coates, P.J., et Skomal, G.B. 2022. Conservation implications of white shark (*Carcharodon carcharias*) behaviour at the northern extent of their range in the Northwest Atlantic. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 79: 1843-1859.
- Burns, J.J. 2009. Harbour seal and spotted seal. *In* Perrin W.F., Würsig B. and Thewissen J.G.M. (eds.), *Encyclopedia of marine mammals*. 2<sup>nd</sup> edn. Academic Press, London, Uk. pp. 533-542.
- CLS (Collecte Localisation Satellites). 2016. [Argos user's manual](#). [accessed 15 Sep 2023].
- Coltman, D.W., Bowen, W.D., Boness, D.J., et Iverson, S.J. 1997. Balancing foraging and reproduction in the male harbour seal, an aquatically mating pinniped. *Anim. Behav.* 54: 663–678.
- Cronin, M.A., Zuur, A.F., Rogan, E., et McConnell, B.J. 2009. Using mobile phone telemetry to investigate the haulout behaviour of harbour seals *Phoca vitulina vitulina*. *Endanger. Species Res.* 10: 255–267.
- Cunningham, L., Baxter, J.M., Boyd, I.L., Duck, C.D., Lonergan, M., Moss, S.E., et McConnell, B. 2009. Harbour seal movements and haul-out patterns: implications for monitoring and management. *Aquat. Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.* 19: 398-407.
- Daniel, R.G., Jemison, L.A., Pendleton, G.W., et Crowley, S.M. 2003. Molting phenology of harbor seals on Tugidak Island, Alaska. *Mar. Mamm. Sci.* 19: 128-140.
- den Heyer, C.E., Bowen, W.D., Dale, J., Gosselin, J.F., Hammill, M.O., Johnston, D.W., Lang, S.L.C., Murray, K.T., Stenson, G.B., et Wood, S.A. 2021. Contrasting trends in gray seal (*Halichoerus grypus*) pup production throughout the increasing northwest Atlantic metapopulation. *Mar. Mamm. Sci.* 37: 611– 630.
- Dorai-Raj, S. 2022. Binom: binomical confidence intervals for several parameterizations. R package version 1.1-1.1.
- Dubé, Y., Hammill, M.O., et Barrette, C. 2003. Pup development and timing of pupping in harbour seals (*Phoca vitulina*) in the St. Lawrence River estuary, Canada. *Can. J. Zool.* 81: 188-194.
-

- 
- Gilbert, J.R., Waring, G.T., Wynne, K.M., et Guldager, N. 2005. Changes in abundance of harbor seals in Maine, 1981-2001. *Mar. Mamm. Sci.* 21: 519-535.
- Granquist, S.M., et Hauksson, E. 2016. Seasonal, meteorological, tidal and diurnal effects on haul-out patterns of harbour seals (*Phoca vitulina*) in Iceland. *Polar Biol.* 39: 2347-2359.
- Hamilton, C.D., Lydersen, C., Ims, R.A., et Kovacs, K.M. 2014. Haul-out behaviour of the world's northernmost population of harbour seals (*Phoca vitulina*) throughout the year. *PLoS ONE.* 9: e86055.
- Hamilton, C.D., Goulet, P.J., Stenson, G.B., et Lang, S.L.C. 2023. Counts and spatial distribution of harbour seals (*Phoca vitulina*) and grey seals (*Halichoerus grypus*) from an aerial survey of the coast of the Newfoundland Shelf and Sandwich Bay, Labrador during the summer of 2021. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3566.
- Hammill, M.O., Bowen, W.D., et Sjare, B. 2010. Status of harbour seals (*Phoca vitulina*) in Atlantic Canada. *NAMMCO Sci. Publ.* 8: 175-189.
- Härkönen, T., Hårding, K.C., et Lunneryd, G. 1999. Age- and sex-specific behaviour in harbour seals *Phoca vitulina* leads to biased estimates of vital population parameters. *J. Appl. Ecol.* 36: 825-841.
- Harris, D.E., Lelli, B., et Gupta, S. 2003. Long-term observations of a harbour seal haul-out site in a protected cove in Casco Bay, Gulf of Maine. *Northeast. Nat.* 10: 141-148.
- Harvey, J.T., et Goley, D. 2011. Determining a correction factor for aerial surveys of harbour seals in California. *Mar. Mamm. Sci.* 27: 719-735.
- Hayward, J.L., Henson, S.M., Logan, C.J., Parris, C.R., Meyer, M.W., et Dennis, B. 2005. Predicting numbers of hauled-out harbour seals: a mathematical model. *J. Appl. Ecol.* 42: 108-117.
- Huber, H.R., Jeffries, S.J., Brown, R.F., DeLong, R.L., et VanBlaricom, G. 2001. Correcting aerial survey counts of harbor seals (*Phoca vitulina richardsi*) in Washington and Oregon. *Mar. Mamm. Sci.* 17: 276-293.
- Jeffries, S., Huber, H., Calambokidis, J., et Laake, J. 2003. Trends and status of harbor seals in Washington State: 1978-1999. *J. Wildl. Manage.* 67: 207-218.
- Jørgensen, C., Lydersen, C., Brix, O., et Kovacs, K.M. 2001. Diving development in nursing harbour seal pups. *J. Exp. Biol.* 204: 3993-4004.
- Lambert, G. 2012. Estimation d'abondance et modélisation des patrons d'échouerie du phoque commun (*Phoca vitulina concolor*) dans le fleuve St-Laurent. M.Sc. Dissertation. University of Laval, Quebec, QC, Canada.
- Lang, S.L.C., St-Pierre, A.P., Hamilton, C.D., Mosnier, A., Lidgard, D.C., Goulet, P., den Heyer, C.E., Bordeleau, X., Irani, A.I., et Hammill, M.O. 2024. [Évaluation de l'état de la population de phoques communs de l'Atlantique \(\*Phoca vitulina vitulina\*\) et prélèvement biologique potentiel \(PBP\) dans les eaux canadiennes](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2024/078. iv + 27 p.
- Lesage, V. 1999. Trophic relationships, seasonal diving activity and movements of harbour seals, *Phoca vitulina concolor*, in the St Lawrence River Estuary, Canada. PhD thesis. University of Waterloo, Waterloo, ON, Canada.
- Lesage, V., Hammill, M.O., et Kovacs, K.M. 1995. Harbour seal (*Phoca vitulina*) and grey seal (*Halichoerus grypus*) abundance in the St Lawrence Estuary. *Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2307.
-

- 
- Lesage, V., Hammill, M.O., et Kovacs, K.M. 1999. Functional classification of harbour seal (*Phoca vitulina*) dives using depth profiles, swimming velocity, and an index of foraging success. *Can. J. Zool.* 77: 74–87.
- Lesage, V., Hammill, M.O., et Kovacs, K.M. 2004. Long-distance movements of harbour seals (*Phoca vitulina*) from a seasonally ice-covered area, the St. Lawrence river estuary, Canada. *Can. J. Zool.* 82: 1070-1081.
- Lidgard D., Dispas A., Mosnier A., Varkey P., Kehler D., et den Heyer C. 2023. Distribution and counts of harbour (*Phoca vitulina*) and grey seals (*Halichoerus grypus*) on the Atlantic coast of Nova Scotia and Bay of Fundy from aerial and land surveys, 2019-2021. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3569.
- Lockyer, C., Mackey, B., Read, F., Härkönen, T., et Hasselmeier, I. 2010. Age determination methods in harbour seals (*Phoca vitulina*) with a review of methods applicable to carnivores. *NAMMCO Sci. Publ.* 8: 245-263.
- Loneragan, M., Duck, C., Moss, S., Morris, C., et Thompson, D. 2013. Rescaling of aerial survey data with information from small numbers of telemetry tags to estimate the size of a declining harbour seal population. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.* 23: 135-144.
- London, J.M. Ver Hoef, J.M., Jeffries, S.J., Lance, M.M., et Boveng, P.L. 2012. Haul-out behavior of harbor seals (*Phoca vitulina*) in Hood Canal, Washington. *PloS ONE.* 7: e38180.
- Mansfield, A.W. 1967. Distribution of the harbor seal, *Phoca vitulina* Linnaeus, in Canadian Arctic Waters. *J. Mammal.* 48: 249-257.
- Merkel, B., Lydersen, C., Yoccoz, N.G., et Kovacs, K.M. 2013. The world's northernmost harbour seal population – how many are there? *PloS ONE* 8: e67576.
- Mood, A.M., Graybill, F.A., et Boes, D.C. 1974. Introduction to the theory of statistics. 3<sup>rd</sup> edn. McGraw-Hill, Toronto, Canada.
- Mosnier, A., Dispas, A., et Hammill, M.O. 2023. Spatial distribution and count of harbour seals (*Phoca vitulina*) and grey seals (*Halichoerus grypus*) in the Estuary and Gulf of St. Lawrence from an aerial survey conducted June 2019. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3541.
- Nordstrom, C.A. 2002. Haul-out selection by Pacific harbor seals (*Phoca vitulina richardii*): isolation and perceived predation risk. *Mar. Mamm. Sci.* 18: 194-205.
- Nowak, B.V.R., Bowen, W.D., Lidgard, D.C., et Iverson, S.J. 2020. Grey seals (*Halichoerus grypus*) as bioprobes: fine-scale measurements of oceanographic properties using an instrumented large marine predator. *Prog. Oceanogr.* 189: 102453.
- Olesiuk, P.F. 2010. [An assessment of population trends and abundance of harbour seals \(\*Phoca vitulina\*\) in British Columbia](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/105.
- Pauli, B.D., et Terhune, J.M. 1987. Meteorological influences on harbour seal haul-out. *Aquat. Mamm.* 13: 114-118.
- R Core Team. 2023. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Read, A.J. 2018. Biotelemetry. *In* Würsig B., Thewissen J.M.M. & Kovacs K.M. (eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 3<sup>rd</sup> edn. Academic Press, London, Uk. pp. 103-106.
- Renaud, L.A., Pigeon, G., Van de Walle, J., Bordeleau, X., Hammill, M.O., et Pelletier, F. 2023. Spatiotemporal variation in pup abundance and preweaning survival of harbour seals (*Phoca vitulina*) in the St. Lawrence Estuary, Canada. *Can. J. Zool.* 101: 956-966.
-

- 
- Ries, E.H., Hiby, L.R., et Reijnders, P.J.H. 1998. Maximum likelihood population size estimation of harbour seals in the Dutch Wadden Sea based on a mark-recapture experiment. *J. Appl. Ecol.* 35: 332-339.
- Robillard, A., Lesage, V., et Hammill, M.O. 2005. Distribution and abundance of harbour seals (*Phoca vitulina concolor*) and grey seals (*Halichoerus grypus*) in the Estuary and Gulf of St. Lawrence, 1994-2001. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2613.
- Rosing-Asvid, A., Teilmann, J., Olsen, M.T., et Dietz, R. 2020. Deep diving harbor seals (*Phoca vitulina*) in South Greenland: movements, diving, haul-out and breeding activities described by telemetry. *Polar Biol.* 43: 359-368.
- Rossi, S.P., Cox, S.P., Hammill, M.O., den Heyer, C.E., Swain, D.P., Mosnier, A., et Benoît, H.P. 2021. Forecasting the response of a recovered pinniped population to sustainable harvest strategies that reduce their impact as predators. *ICES J. Mar. Sci.* 78: 1804-1814.
- Rutz, C., et Hays, G.C. 2009. New frontiers in biologging science. *Biol. Lett.* 5: 289-292.
- Simpkins, M.A., Withrow, D.E., Cesarone, J.C., et Boveng, P.L. 2003. Stability in the proportion of harbor seals hauled out under locally ideal conditions. *Mar. Mamm. Sci.* 19: 791-805.
- Sjare, B., Lebeuf, M., et Veinott, G. 2005. [Harbour seals in Newfoundland and Labrador: a preliminary summary of new data on aspects of biology, ecology and contaminant profiles.](#) DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2005/030.
- Smith, R.J., Cox, T.M., et Westgate, A.J. 2006. Movements of harbor seals (*Phoca vitulina mellonae*) in Lacs des Loups Marins, Quebec. *Mar. Mamm. Sci.* 22: 480-485.
- Stobo, W.T., et Fowler, G.M. 1994. Aerial surveys of seals in the Bay of Fundy and off southwest Nova Scotia. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1943.
- Teilmann, J., et Galatius, A. 2018. Harbour seal. In Würsig B., Thewissen J.M.M. and Kovacs K.M. (eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 3<sup>rd</sup> edn. Academic Press, London, Uk. pp. 451-455.
- Temte, J.L. Bigg, M.A., et Wiig, Ø. 1991. Clines revisited: the timing of pupping in the harbour seal. *J. Zool., Lond.* 224: 617-632.
- Thieurmel, B., et Elmarhraoui, A. 2022. suncalc: compute sun position, sunlight phases, moon position and lunar phase. R package version 0.5.1.
- Thompson, P.M., Miller, D., Cooper, R., et Hammond, P.S. 1994. Changes in the distribution and activity of female harbour seals during the breeding season: implications for their lactation strategy and mating patterns. *J. Appl. Ecol.* 63: 24-30.
- Thompson, P.M., Tollit, D.J., Wood, D., Corpe, H.M., Hammond, P.S., et Mackay, A. 1997. Estimating harbour seal abundance and status in an estuarine habitat in North-East Scotland. *J. Appl. Ecol.* 34: 43-52.
- Tucker, S., Majewski, S., Nordstrom, C., Trzcinski, M.K., et Doniol-Valcroze, T. Sous presse. Population Status Assessment and Potential Biological Removal (PBR) for the Pacific Harbour Seal (*Phoca vitulina richardsi*) in Canadian Pacific Waters. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.
- Van de Walle, J. 2013. De la naissance au sevrage: influence des conditions environnementales et des caractéristiques individuelles chez le phoque commun (*Phoca vitulina*) du Saint-Laurent. M.Sc. Dissertation. Université Laval, Quebec, QC, Canada.
-

- 
- Van Parijs, S.M., Thompson, P.M., Tollit, D.J., et MacKay, A. 1997. Distribution and activity of male harbour seals during the mating season. *Anim Behav.* 54: 35-43.
- Waring, G.T., DiGiovanni Jr., R.A., Josephson, E., Wood, S., et Gilbert, J.R. 2015. 2012 population estimate for the harbor seal (*Phoca vitulina concolor*) in New England waters. NOAA Technical Memorandum NMFS-NE-235.
- Watts, P. 1996. The diel hauling-out cycle of harbour seals in an open marine environment: correlates and constraints. *J. Zool., Lond.* 240: 175-200.
- Womble, J.N., Ver Hoef, J.M., Gende, S.M., et Matthews, E.A. 2020. Calibrating and adjusting counts of harbor seals in a tidewater glacier fjord to estimate abundance and trends 1992 to 2017. *Ecosphere* 11: e03111.

## TABLEAUX

*Tableau 1. Détails des relevés aériens effectués entre 2019 et 2021 pour évaluer le dénombrement et la répartition des phoques communs sur les échoueries au Canada atlantique.*

Région	Année	Sous-région	Dates du relevé	Période
Golfe du Saint-Laurent	2019	Estuaire du Saint-Laurent	13-21 juin	Mise bas
		Sud du golfe	4-11 juin	Mise bas
		Nord du golfe	22-28 juin	Mise bas
		Côte ouest de T.-N.-L.	29-30 juin	Mise bas
Plateau néo-écossais	2020	Baie de Fundy	Jun 14-28 juin	Mise bas
		Sud-ouest de la Nouvelle-Écosse	18-25 juin; 5-7 juil.	Mise bas
		Côte est	19 juin, 2-17 juil.	Mise bas
	Cap Breton	26 juin; 4-16 juil.	Mise bas	
	2021	Île de Sable	2 juin	Mise bas
Plateaux de Terre-Neuve-et-Labrador	2021	Côte sud	6-8 juillet	Mise bas
		Côte sud	24 juil.-19 août	Mue
		Côte Nord-est	9-14 juillet	Mise bas
		Baie Sandwich, Labrador	14 juillet	Mise bas

Tableau 2. Métadonnées des phoques communs équipés d'émetteurs satellites. Groupe d'âge : petit (P), juvénile (J) ou adulte (A).

Identifiant unique	Site de capture	Date de marquage	Date de la dernière transmission	Groupe d'âge	Sexe	Poids (kg)	Longueur (cm)	Âge (années)
213560	Bic	04-09-2021	14-07-2022	J/A	M	77,0	132,0	5,5
212408	Bic	23-09-2021	24-07-2022	J/A	F	73,0	122,0	6,5
213561	Métis	24-09-2021	18-03-2022	J/A	M	41,0	117,0	–
213562	Métis	24-09-2021	10-06-2022	J/A	M	57,0	137,0	–
213563	Métis	24-09-2021	04-06-2022	J/A	M	48,0	116,0	–
212410	Métis	01-10-2021	18-05-2022	J/A	M	72,0	129,0	–
212409	Métis	01-10-2021	05-06-2022	J/A	M	71,0	136,0	–
212411	Métis	01-10-2021	09-06-2022	J/A	M	69,0	130,0	–
228949	Bic	11-06-2022	30-07-2022	P	F	21,0	92,0	0,1
228952	Bic	11-06-2022	10-07-2022	P	M	22,5	95,0	0,1
228953	Bic	11-06-2022	31-08-2022	P	F	21,0	91,5	0,1
228950	Bic	17-06-2022	03-08-2022	P	M	25,0	93,0	0,1
228951	Métis	18-06-2022	25-07-2022	P	M	25,0	96,0	0,1

Tableau 3. Facteurs de correction pour tenir compte des phoques communs qui n'étaient pas sur les échoueries pendant les relevés aériens tirés de la littérature scientifique, y compris au moment du relevé, de la région (ANO signifie Atlantique Nord-Ouest, ANE signifie Atlantique Nord-Est et PNE signifie Pacifique Nord-Est), de l'emplacement (ESL signifie estuaire du Saint-Laurent et CB signifie la Colombie-Britannique), de l'année de l'étude, des instruments utilisés (VHF, SatLog [capteurs biométriques, émetteurs reliés par satellite récupérés et non récupérés]), du nombre de phoques marqués (n), du sexe et du groupe d'âge des phoques marqués (petit [P], juvénile [J] ou adulte [A]), de la proportion de phoques sur les échoueries ( $P \pm IC$  à 95 %), du facteur de correction (FC), du CV (%) et de la référence. Les intervalles de confiance pour la proportion des phoques sur les échoueries sont estimés à l'aide de la méthode d'intervalle d'Agresti-Coull et de l'erreur binomiale estimée en fonction de la proportion de phoques sur les échoueries et de la taille de l'échantillon.

Période	Système	Emplacement	Année de l'étude	Étiquette	n	Sexe	Groupe d'âge	P	FC	CV	Référence
Mise bas	ANO	ESL, CAN	2022	SatLog	12	M/F	P/J/A	0,33 (0,09-0,60)	<b>3,00</b>	41,7	Étude actuelle
Mise bas	ANO	Maine, É-U	2012	VHF	18	M/F	J/A	0,43 (0,23-0,65)	<b>2,33</b>	27,2	Waring <i>et al.</i> 2015
Mise bas	ANO	ESL, CAN	1995-96	VHF	11	M/F	J/A	0,42 (0,19-0,69)	<b>2,40</b>	35,7	Lambert 2012
Mise bas	ANO	Maine, É-U	2001	VHF	19	M/F	J/A	0,39 (0,21-0,61)	<b>2,58</b>	28,8	Gilbert <i>et al.</i> 2005
Mise bas	ANE	Écosse	1993	VHF	26	M/F	P/J/A	0,61 (0,42-0,77)	<b>1,64</b>	15,7	Thompson <i>et al.</i> 1997
Mise bas	PNE	CB, CAN	2019-21	SatLog	32	M/F	P/J/A	0,79 (0,62-0,90)	<b>1,27</b>	9,2	Tucker <i>et al.</i> sous presse
Mise bas	PNE	California, USA	2004 et 2007	VHF	180	M/F	P/J/A	0,64 (0,57-0,71)	<b>1,56</b>	5,6	Harvey et Goley 2011
Mise bas	PNE	CB, CAN	1990-94	SatLog	34	M/F	P/J/A	0,63 (0,46-0,77)	<b>1,60</b>	13,3	Olesiuk 2010
Mise bas	PNE	Washington, É-U	1999-2000	VHF	72	M/F	P/J/A	0,67 (0,55-0,77)	<b>1,50</b>	8,3	Jeffries <i>et al.</i> 2003
Mise bas	PNE	Washington et Oregon, É-U	1991-93	VHF	156	M/F	P/J/A	0,65 (0,58-0,72)	<b>1,53</b>	5,8	Huber <i>et al.</i> 2001
Mise bas - Mue	ANE	Svalbard, Norvège	2000	VHF	31	M/F	P/J/A	0,53 (0,36-0,69)	<b>1,90</b>	17,0	Merkel <i>et al.</i> 2013

Période	Système	Emplacement	Année de l'étude	Étiquette	n	Sexe	Groupe d'âge	P	FC	CV	Référence
Mise bas - Mue	ANE	Mer de Wadden, Pays-Bas	1994	VHF	15	M/F	J/A	0,68 (0,43-0,86)	<b>1,47</b>	17,7	Ries <i>et al.</i> 1998
Mue	ANO	ESL, CAN	1995-96	VHF	11	M/F	J/A	0,40 (0,17-0,68)	<b>2,50</b>	36,9	Lambert 2012
Mue	ANE	Écosse	2009	SatLog	25	M/F	A	0,72 (0,52-0,86)	<b>1,39</b>	5,6	Lonergan <i>et al.</i> 2013
Mue	PNE	Alaska, É-U	2006-09	SatLog	25	M/F	J/A	0,53 (0,34-0,71)	<b>1,90</b>	19,0	Womble <i>et al.</i> 2020
Mue	PNE	Alaska, É-U	1994 et 2000	VHF	63	M/F	P/J/A	0,83 (0,72-0,91)	<b>1,20</b>	5,6	Simpkins <i>et al.</i> 2003

Tableau 4. Facteurs de correction publiés regroupés par périodes et systèmes (ANO signifie Atlantique Nord-Ouest, ANE signifie Atlantique Nord-Est et PNE signifie Pacifique Nord-Est). La mue fait référence aux facteurs de correction obtenus à partir d'études menées seulement en période de mue, ainsi qu'en périodes de mise bas et de mue.

Période/système	Moyenne	É-T	Plage de valeurs	n
Mise bas/ANO	2,44	0,13	2,33 – 2,58	3
Mise bas/ANE	1,64	–	–	1
Mise bas/PNE	1,49	0,13	1,27 – 1,60	5
Mue/ANO	2,50	–	–	1
Mue/ANE	1,59	0,27	1,39 – 1,90	3
Mue/PNE	1,55	0,50	1,20 – 1,90	2

## FIGURES

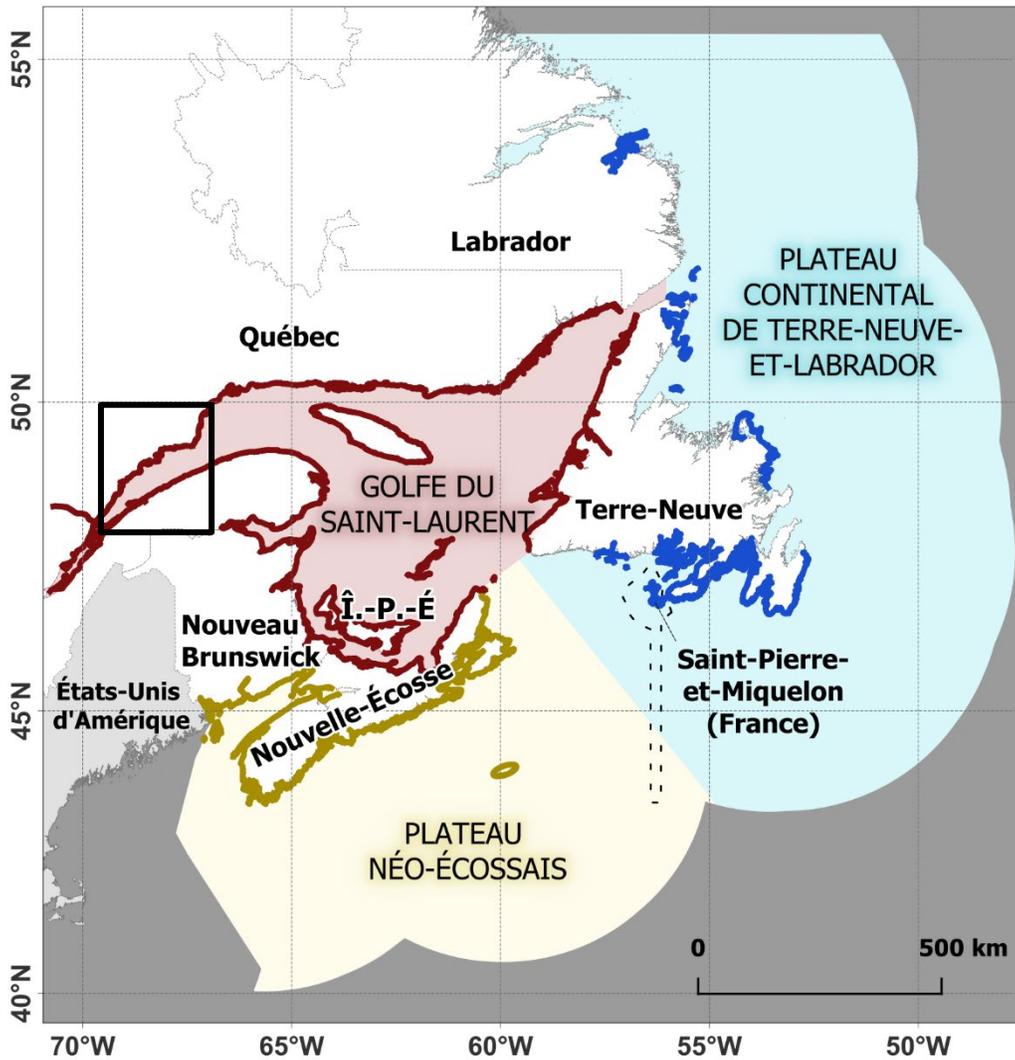
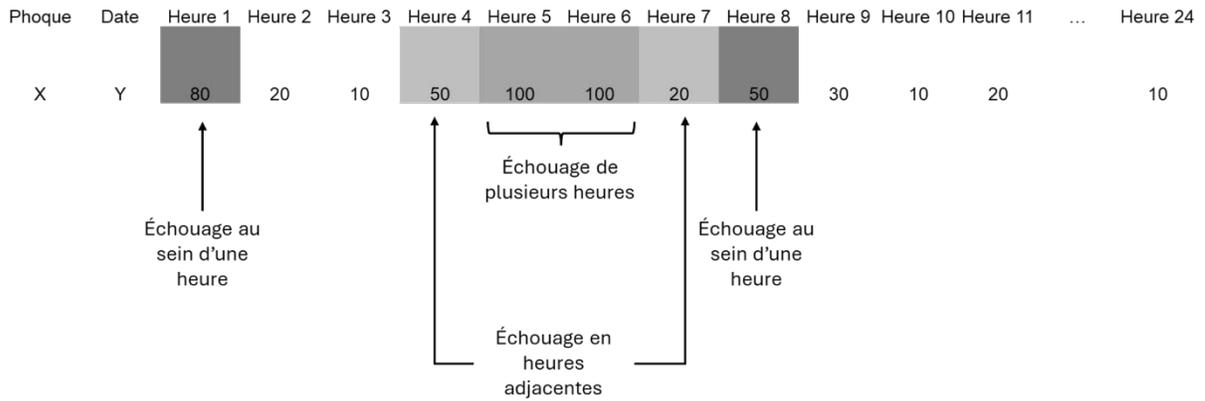


Figure 1. Carte du Canada atlantique montrant les trois régions de relevé et l'effort de relevé aérien (lignes de couleur plus foncée) dans chaque région. La boîte noire indique la zone de l'estuaire du Saint-Laurent (ESL) où les phoques marqués avec des émetteurs satellites ont été localisés pendant la période de mise bas (Figure 5).

A)



B)

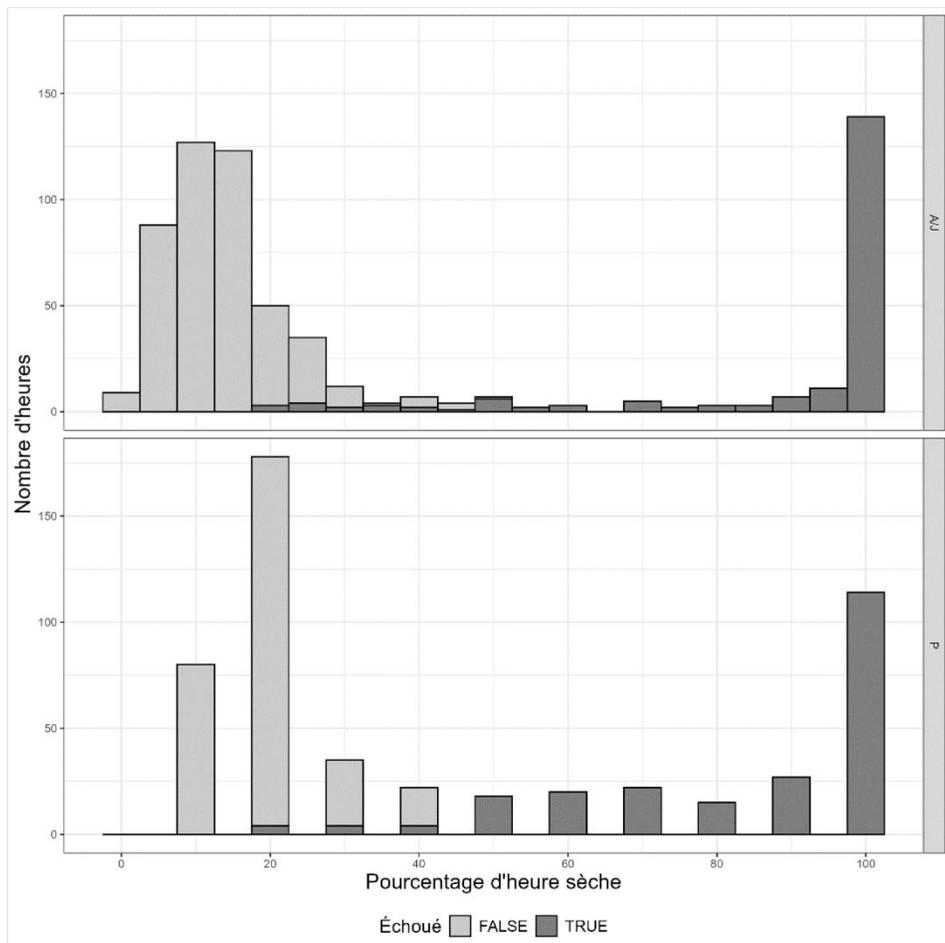


Figure 2. (A) Schéma représentant les événements d'échouage à partir de données horaires à faible résolution (tranches de 10 %) sur le pourcentage de temps de séchage par heure. (B) Distribution et classification des pourcentages de temps où l'émetteur était au sec par heure basés sur la définition appliquée d'événement d'échouage pour toutes les tranches horaires survenant dans des conditions ressemblant à celle du relevé entre le 15 mai et le 30 juin 2022, pour les réglages à haute résolution (tranches de 1 %; en haut) et à faible résolution (tranches de 10 %; en bas).

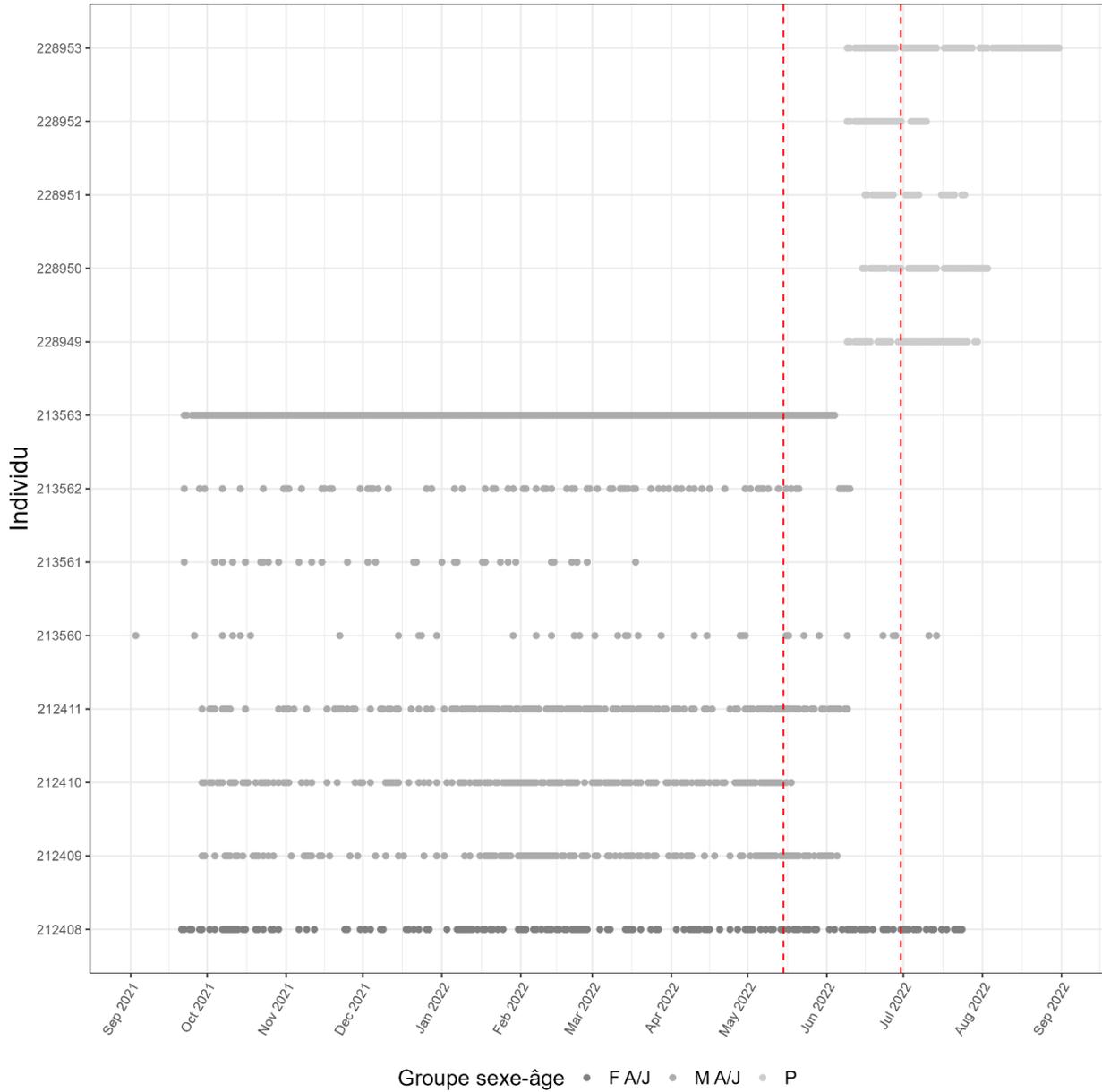


Figure 3. Abaque des données transmises de manière concluante sur les pourcentages de temps au sec par heure à partir du moment où chaque phoque a été marqué. Les lignes pointillées rouges représentent la période à l'étude (du 15 mai au 30 juin 2022). F, M et P signifient femelle, mâle et petit, respectivement, et A/J signifie adulte ou juvénile.

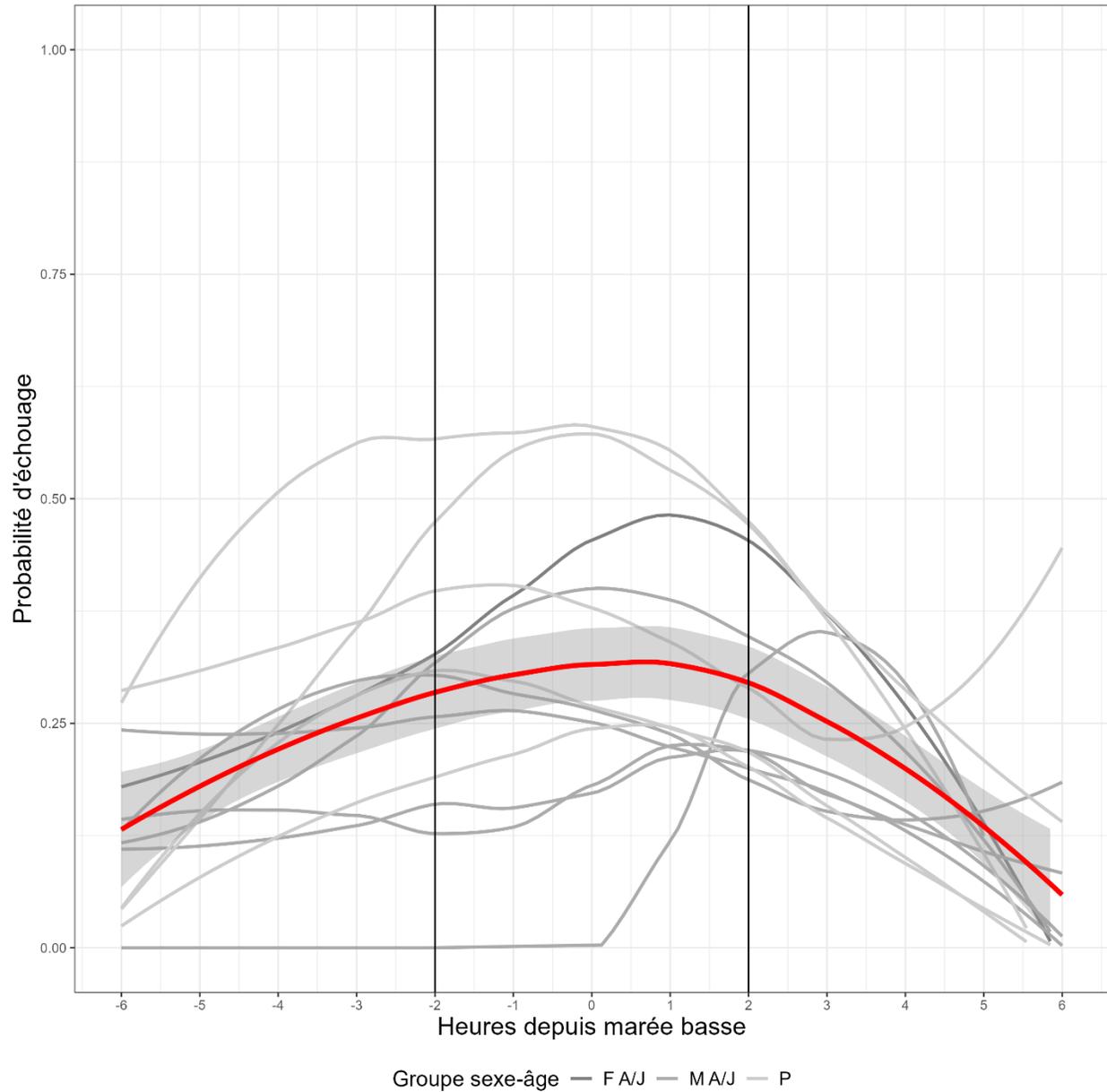


Figure 4. Probabilité d'échouage moyenne individuelle en fonction des heures écoulées depuis la marée basse pendant la journée entre le 15 mai et le 30 juin 2022. Les lignes noires horizontales indiquent la fenêtre du relevé où 0 représente l'heure pendant laquelle la marée basse s'est produite avec deux heures de chaque côté pour un total de 5 tranches horaires. Nous avons utilisé un lissage loess pour représenter la moyenne pour chaque individu. La probabilité moyenne globale et les intervalles de confiance à 95 % sont représentés par la ligne rouge et sa zone ombrée correspondante. F, M et P signifient femelle, mâle et petit, respectivement, et A/J signifie adulte ou juvénile.

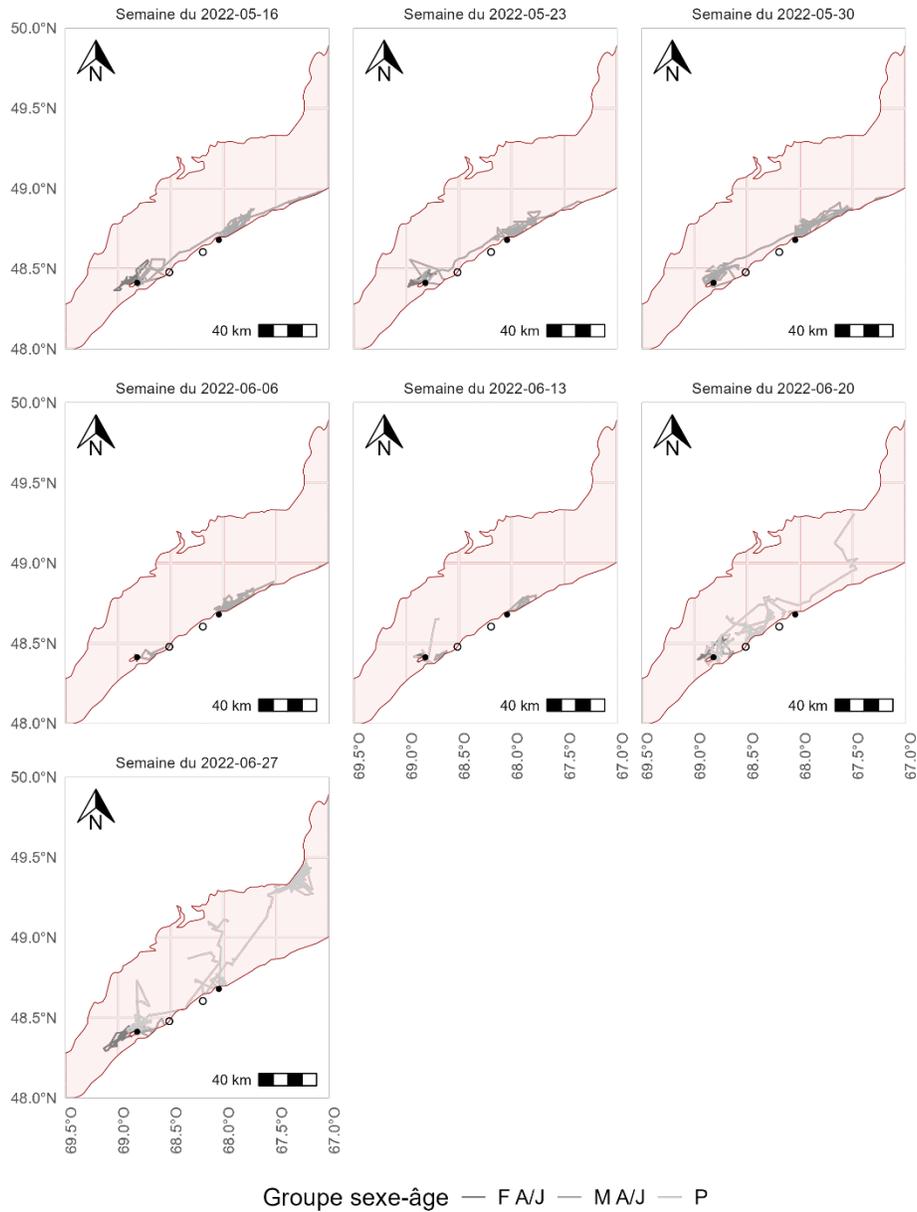


Figure 5. Distribution spatiale hebdomadaire des phoques communs équipés avec des émetteurs satellites. Les cercles pleins représentent les deux sites de marquage : Bic (sud-ouest) et Métis (nord-est). Les cercles creux représentent la station marégraphique de Rimouski (sud-ouest) et la station météorologique de Mont-Joli (nord-est). F, M et P signifient femelle, mâle et petit, respectivement, et A/J signifie adulte ou juvénile.

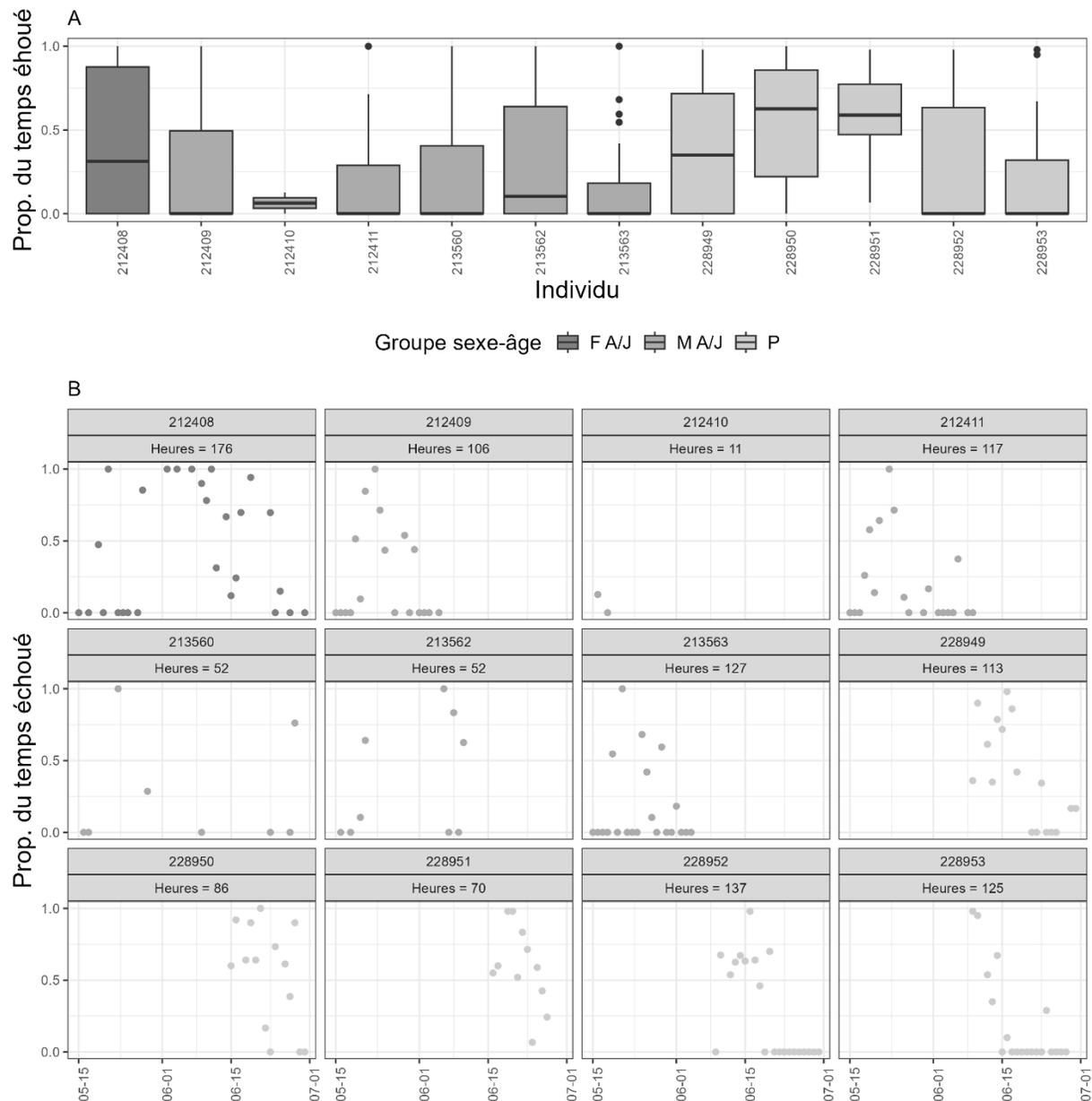


Figure 6. Variabilité entre les individus (A) et au sein même d'un individu (B) de la proportion quotidienne de temps passé sur les échoueries dans les conditions du relevé (fenêtre de cinq heures au moment de la marée basse durant les heures de clarté) entre le 15 mai et le 30 juin 2022. La proportion quotidienne de temps passé sur les échoueries est la proportion du temps total passé sur les échoueries pour toutes les heures qui répondent aux conditions du relevé pour chaque jour pour lequel des données étaient disponibles. F, M et P signifient femelle, mâle et petit, respectivement, et A/J signifie adulte ou juvénile.

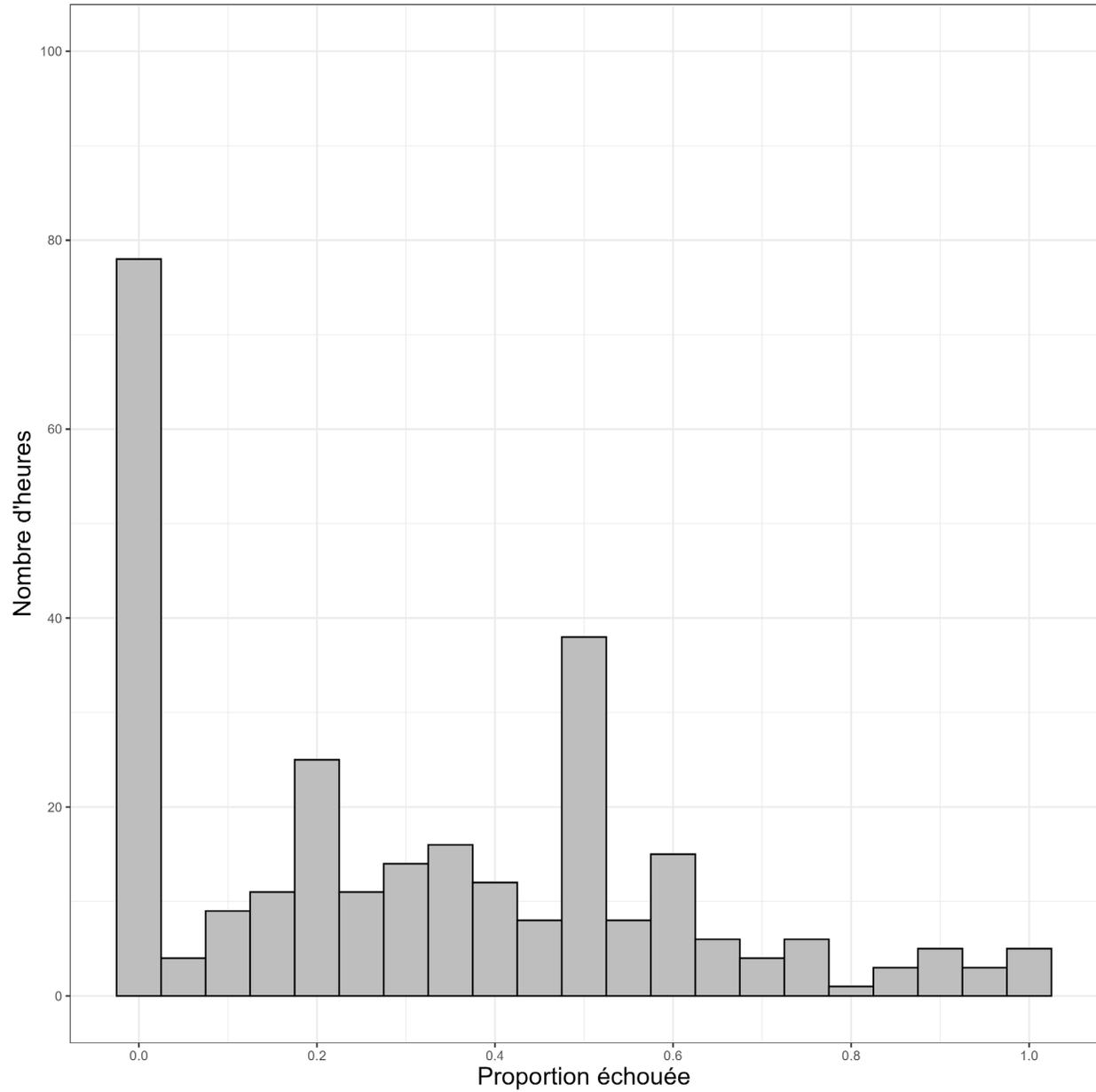


Figure 7. Répartition brute de toutes les heures ( $n = 282$ ) où des données sur les échoueries pour au moins deux des 12 phoques marqués (plage : 2 à 7) étaient disponibles.

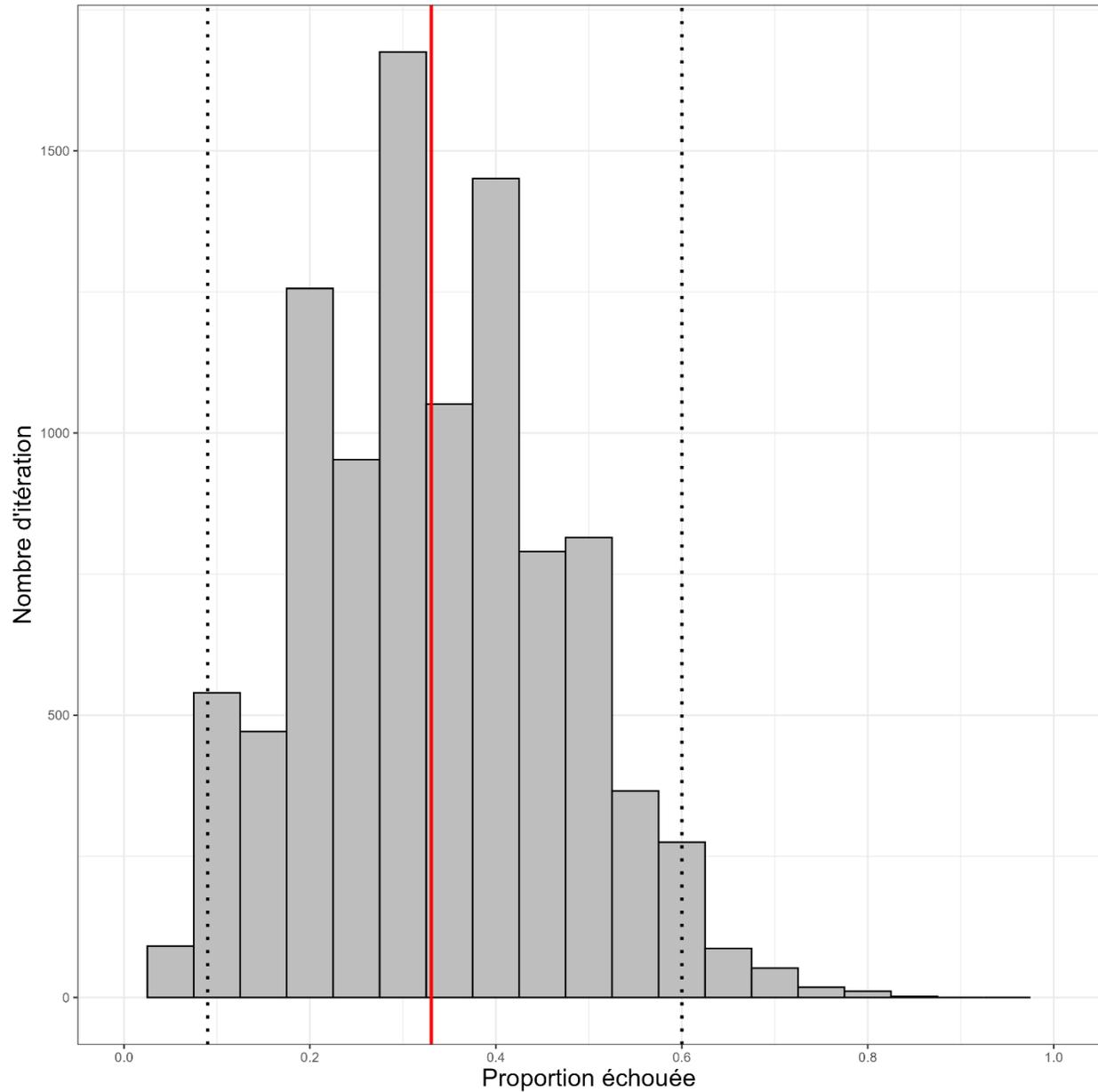


Figure 8. Distribution "bootstrap" de la proportion horaire de la population sur les échoueries avec 10 000 itérations. La ligne rouge représente la valeur moyenne de 0,33. Les lignes pointillées représentent l'intervalle de confiance à 95 % de [0,09; 0,60] calculé autour de la moyenne.

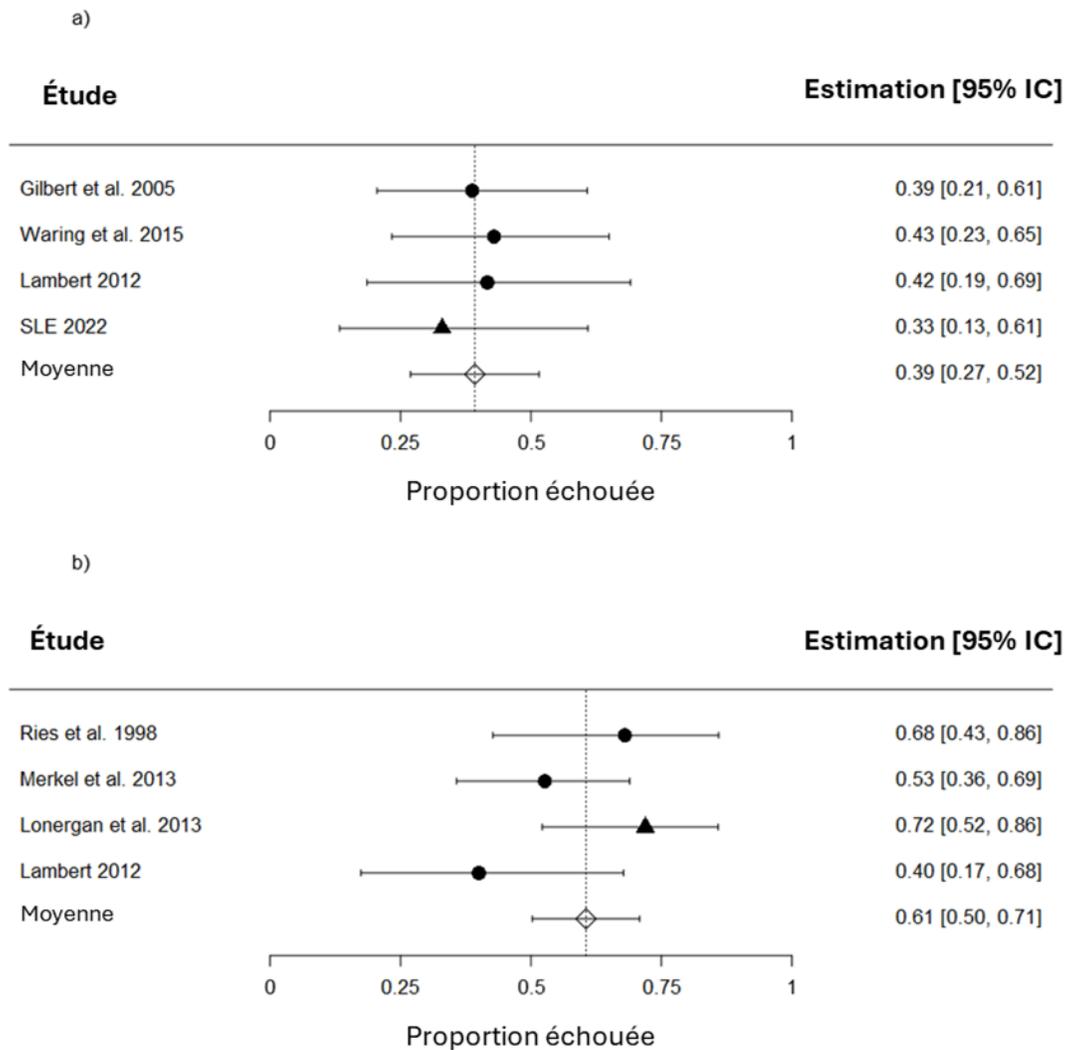


Figure 9. Graphique en forêt de la proportion de phoques communs sur les échoueries pour estimer les facteurs de correction du relevé (voir le tableau 3). Les intervalles de confiance pour la proportion des phoques sur les échoueries sont estimés à l'aide de la méthode d'intervalle d'Agresti-Coull et de l'erreur binomiale estimée en fonction de la proportion de phoques sur les échoueries et de la taille de l'échantillon. Le panneau supérieur (a) représente la mise bas dans l'Atlantique Nord-Ouest et le panneau inférieur (b) représente la mise bas/mue, et la mue. Dans l'Atlantique Nord-Est et Nord-Ouest. Les symboles indiquent les instruments utilisés (cercles = émetteurs VHF, triangles = émetteurs par satellite de capteurs d'indices biologiques récupérés et non récupérés).