



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences des écosystèmes
et des océans

Ecosystems and
Oceans Science

Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)

Document de recherche 2025/075

Région du Québec

Variation saisonnière de la répartition et de l'utilisation de l'habitat par le béluga (*Delphinapterus leucas*) de l'estuaire du Saint-Laurent estimée à partir de relevés photographiques et visuels aériens systématiques

Valérie Harvey, Arnaud Mosnier, Anne P. St-Pierre, Véronique Lesage et Jean-François
Gosselin

Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
850, route de la mer
Mont-Joli, Québec, G5H 3Z4

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/
DFO.CSAS-SCAS.MPO@dfo-mpo.gc.ca](http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/DFO.CSAS-SCAS.MPO@dfo-mpo.gc.ca)



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2025

Ce rapport est publié sous la [Licence du gouvernement ouvert – Canada](#)

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-79447-1 N° cat. Fs70-5/2025-075F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

Harvey, V., Mosnier, A., St-Pierre, A.P., Lesage, V. et Gosselin, J.-F. 2025. Variation saisonnière de la répartition et de l'utilisation de l'habitat par le béluga (*Delphinapterus leucas*) de l'estuaire du Saint-Laurent estimée à partir de relevés photographiques et visuels aériens systématiques. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2025/075. iv + 83 p.

Also available in English :

Harvey, V., Mosnier, A., St-Pierre, A.P., Lesage, V. and Gosselin, J.-F. 2025. Seasonal Variation in Distribution and Habitat Use of St. Lawrence Estuary Beluga (*Delphinapterus leucas*) Estimated from Systematic Photographic and Visual Line-transect Aerial Surveys. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2025/075. iv + 81 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	iv
INTRODUCTION	1
MATÉRIEL ET MÉTHODES	2
ZONE D'ÉTUDE.....	2
RELEVÉS AÉRIENS SYSTÉMATIQUES PAR TRANSECTS LINÉAIRES	3
Période et couverture du relevé	3
Plan de relevé	4
Relevés visuels	4
Relevés photographiques	5
Dénombrements dans la rivière Saguenay	5
ESTIMATION DE L'ABONDANCE.....	6
ANALYSES SPATIALES.....	7
Proportion de la population dans différentes zones	7
Analyses saisonnières de la densité par noyau en 2D dans l'ESL et le GSL	8
Analyses saisonnières de la densité par noyau en 1D dans la rivière Saguenay	9
RÉSULTATS.....	10
ACTIVITÉS DE RELEVÉ.....	10
Relevés d'été	10
Relevés d'automne, d'hiver et de printemps	10
DÉNOMBREMENT DES BÉLUGAS	11
Été.....	11
Automne, hiver et printemps	11
ESTIMATIONS DE L'ABONDANCE	11
Été.....	11
Automne, hiver et printemps	11
RÉPARTITION SAISONNIÈRE ET UTILISATION DE L'HABITAT	12
Été.....	12
Automne, hiver et printemps	13
DISCUSSION.....	14
REMERCIEMENTS	18
RÉFÉRENCES CITÉES	18
TABLEAUX	24
FIGURES	27
ANNEXES.....	41

RÉSUMÉ

Des observations obtenues à partir de 64 relevés aériens systématiques photographiques et visuels, effectués en été de 1990 à 2022, et de 34 relevés visuels réalisés en automne, en hiver et au printemps de 2012 à 2023 ont été utilisées pour mettre à jour et quantifier la répartition saisonnière des bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent (ESL), ainsi que pour identifier leurs zones de concentration. Les analyses de densités par noyau indiquent qu'une grande partie de la population (43 % à 55 %) est présente à l'année entre Kamouraska/La Malbaie et Rimouski/Colombier. Un changement saisonnier est observé à l'automne et l'hiver, avec un mouvement vers l'est, de l'estuaire moyen vers l'estuaire maritime et le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent (noGSL) suivi par un mouvement inverse, vers l'ouest, au printemps. En été, les contours des noyaux de 50 % et de 95 % indiquent que les bélugas occupent presque tout l'ESL entre les Battures aux Loups Marins et Rimouski/Colombier. Cependant, une utilisation accrue des habitats de l'estuaire maritime entre Saint-Simon/Les Escoumins et Rimouski/Colombier a été observée au cours des dernières années (2014 – 2022) comparativement à la période antérieure (1990 – 2009). À l'automne, la distribution s'étend généralement de La Malbaie, dans l'estuaire moyen, jusqu'au noGSL, la majeure partie de la population étant observée dans l'estuaire maritime, entre l'embouchure de la rivière Saguenay et Rimouski/Colombier. En hiver, seule une petite portion (5 %) de la population semble demeurer dans l'estuaire moyen; la majorité (en moyenne 63 %) occupe le secteur maritime de l'ESL, et environ un tiers (32 %) migre vers le noGSL. L'aire de répartition des bélugas est à son minimum au printemps, bien que le nombre de relevés fait au printemps soit limité. Des concentrations particulièrement élevées de bélugas ont été observées dans la partie la plus en amont de l'estuaire moyen. Les bélugas semblent présents dans la rivière Saguenay toute l'année, principalement en aval de île Saint-Louis/Baie-Sainte-Marguerite en été, et en aval du Cap de la Boule en automne, en hiver et au printemps. Des zones d'utilisation principale (noyaux à 50 %) ont été identifiées sur une grande portion de l'ESL et du noGSL et se caractérisent par un haut degré d'interconnexion (noyaux à 75 %). L'identification des fonctions vitales associées à ces zones essentielles pourrait contribuer à atténuer les menaces potentielles et à améliorer notre compréhension des facteurs influençant les déplacements saisonniers et la distribution de cette population.

INTRODUCTION

Le béluga (*Dephinapterus leucas*) est un mammifère marin social et grégaire qui a une répartition circumpolaire discontinue dans l'Arctique et dans la région subarctique. Dans leur aire de répartition, les populations se déplacent d'un habitat à l'autre en fonction des saisons et de leurs besoins biologiques, affichant une grande fidélité au site utilisé pendant l'été (Caron et Smith 1990, Turgeon *et al.* 2012, O'Corry-Crowe *et al.* 2018, Bonnell *et al.* 2022). Huit unités désignables (UD) ont été identifiées dans les eaux canadiennes (COSEPAC 2016) en fonction des aires de répartition estivales, de la génétique et des déplacements. Le béluga de l'estuaire du Saint-Laurent (ESL) est génétiquement distinct des autres UD (Montana *et al.* 2024) et se trouve à la limite sud de l'aire de répartition mondiale de l'espèce (figure 1; Stewart et Stewart 1989).

La population de bélugas de l'ESL est une relique de la période de glaciation du Wisconsin, qui s'est probablement établie dans l'ESL il y a environ 10 000 à 12 000 ans, lorsque la mer de Champlain recouvrait la majeure partie des basses-terres du Saint-Laurent (Harington 2008). Alors que son abondance historique était estimée à plusieurs milliers d'individus, la chasse commerciale intensive pratiquée du 18^e au 20^e siècle a grandement réduit la taille de la population à seulement quelques centaines d'individus à la fin des années 1970 (Pippard 1985). Malgré l'interdiction de la chasse commerciale en 1979 et les multiples mesures de gestion mises de l'avant au fil du temps (Lesage 2017; MPO 2022), la population n'a pas réussi à se rétablir (Tinker *et al.* 2024). Plusieurs facteurs susceptibles de limiter son rétablissement ont été identifiés, notamment la perte et la dégradation de l'habitat (MPO 2012; COSEPAC 2014; Lesage *et al.* 2024a). De plus, les bélugas de l'ESL vivent en aval de régions fortement industrialisées et urbanisées et le long d'une importante voie maritime internationale.

Les bélugas de l'UD de l'ESL sont actuellement désignés comme étant « en voie de disparition » en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) du Canada, qui exige qu'un programme de rétablissement soit élaboré et que l'habitat essentiel soit désigné, dans la mesure du possible, à l'aide de la meilleure information accessible. En 2012, un premier programme de rétablissement en vertu de la LEP a été élaborée pour le béluga de l'ESL, dans lequel l'habitat essentiel a été identifié (MPO 2012). Cette évaluation était basée sur des renseignements relatifs à la répartition provenant d'observations côtières, de données de chasse historiques, d'observations opportunistes, de données provenant de relevés non systématiques réalisés à partir de navires et d'avions, ainsi que de relevés aériens plus systématiques réalisés depuis 1988 (examinés dans Mosnier *et al.* 2010). Ces données indiquent qu'en 2010, l'aire de répartition de la population avait été réduite à environ 65 % de son aire de répartition historique, avec une répartition annuelle principale se situant à la limite inférieure de la superficie de la zone d'occupation décrite pour toute population de bélugas (figure 2; Mosnier *et al.* 2010; COSEPAC 2014). D'après les données historiques et les informations disponibles lors de l'évaluation de l'habitat essentiel (Vladykov 1944; Mosnier *et al.* 2010; MPO 2012), la population n'effectuerait que des déplacements saisonniers limités, une partie de la population se déplaçant dans le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent (noGSL) en hiver. La rareté de l'information en dehors de la période s'étendant de juin à octobre a mené à une désignation de l'habitat essentiel qui reposait principalement sur les données obtenues durant ces mois (MPO 2012). En résumé, la répartition estivale, centrée au confluent de la rivière Saguenay, a été décrite comme s'étendant des Battures aux Loups Marins à Rivière-Portneuf/Rimouski, y compris la rivière Saguenay jusqu'à Saint-Fulgence, avec seulement des observations occasionnelles en dehors de ces limites (figure 3). l'aire d'estivage, plusieurs zones d'utilisation intensive ou d'aggrégation régulière, reliées par un vaste réseau de corridors

de transit ont été identifiées (Pippard et Malcolm 1978; Boivin et INESL 1990; Michaud 1993; Lemieux-Lefebvre *et al.* 2012; Mosnier *et al.* 2016; Ouellet *et al.* 2021).

Jusqu'à récemment, les informations en dehors de la période estivale se limitaient à quelques études souvent non systématiques (revues dans Mosnier *et al.* 2010). Cependant, la surveillance acoustique passive a depuis amélioré notre compréhension de la répartition saisonnière des bélugas de l'ESL grâce à une couverture effectuée tout au long de l'année (Simard *et al.* 2023). Ces études ont confirmé qu'il y a un déplacement en aval à l'automne, les bélugas étendant leur aire de répartition dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent et le noGSL (figure 2; Vladykov 1944, Sears et Williamson 1982, Boivin et INESL 1990, Michaud *et al.* 1990, Lesage *et al.* 2007, Simard *et al.* 2023). Au printemps, les bélugas restent présents le long de la péninsule gaspésienne et dans noGSL, mais ils se concentrent dans l'estuaire moyen, ce qui constitue l'étendue maximale de l'aire de répartition de la population à cette période de l'année (Michaud et Chadenet 1990). Selon les données, environ 40 % à 60 % de la population utiliserait l'estuaire maritime du Saint-Laurent pendant l'été (Michaud 1993, Mosnier *et al.* 2016, Simard *et al.* 2023). Cependant, une incertitude demeure quant à la proportion de la population qui utilise l'ESL et le noGSL, et quant à la répartition des individus dans ces régions pendant les autres saisons.

Dans le but de combler ces lacunes dans les connaissances, des relevés aériens visuels effectués selon un plan systématique ont été effectués de 2012 à 2023 de façon saisonnière dans ce qui est considéré comme étant les aires de répartition automnale, hivernale et printanière de la population. La présente étude fournit une estimation de la répartition et de l'utilisation de l'habitat du béluga pour ces trois saisons, ainsi qu'une mise à jour de la répartition estivale à partir des données acquises depuis 2014. Bien que l'abondance et les tendances de la population de bélugas de l'ESL soient estimées au moyen des relevés d'été lorsque leur répartition est la plus restreinte, nous présentons des estimations de l'abondance pour les quatre saisons afin de valider l'hypothèse selon laquelle les relevés saisonniers couvriraient l'entièreté de l'aire de répartition de la population. En revisitant les données des relevés précédents, certaines incohérences ont été notées dans les limites spatiales de la rivière Saguenay et la méthodologie appliquée pour identifier les observations en double dans ce secteur. À cette fin, une méthode objective et reproductible fondée sur une approche de regroupements spatio-temporels a été élaborée et appliquée rétrospectivement aux relevés analysés précédemment, y compris les estimations estivales les plus récentes (St-Pierre *et al.* 2024a).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

ZONE D'ÉTUDE

Les relevés aériens ont couvert l'ESL, une partie du GSL et la rivière Saguenay (figure 4). Cette dernière est un fjord profond qui peut atteindre 270 m de profondeur, et elle est délimitée par des falaises abruptes pouvant atteindre 300 m de haut. L'estuaire moyen, situé en amont de la rivière Saguenay, est caractérisé par un chenal dont les profondeurs varient de 40 à 140 m dans la moitié nord et un étroit chenal d'une profondeur de 40 m avec des bancs le long de la côte et plusieurs îles dans la moitié sud (figure 1). L'estuaire moyen est également caractérisé par un gradient de turbidité de l'eau, avec des eaux plus turbides à l'extrémité en amont qu'à l'extrémité en aval. L'aval de l'estuaire de la rivière Saguenay, désigné ici comme l'estuaire maritime, est caractérisé dans sa moitié nord par le chenal Laurentien d'une profondeur de 300 m, qui s'élève à 40 m au confluent de la rivière Saguenay, et dans sa moitié sud par un plateau de moins de 40 m de profondeur et quelques îles. À l'est de Pointe-des-Monts/Les Méchins, l'ESL s'élargit dans le GSL. Cette mer fermée est reliée à l'océan Atlantique par le

détroit de Cabot et le détroit de Belle-Isle, et se caractérise par des chenaux profonds (de 300 à 540 m) délimités par des plateaux peu profonds de 100 m ou moins. L'ESL et le GSL sont généralement couverts de glace en hiver. La glace de mer commence habituellement à se former dans l'ESL en décembre, puis fond au début d'avril. La glace de mer commence à se former légèrement plus tard (janvier) dans le GSL, des plaques isolées de glace habituellement étant présentes jusqu'à environ la mi-mai (Galbraith *et al.* 2022). En raison de la forte remontée d'eau et du déplacement de la glace de mer en fonction de la direction du vent, il est également possible d'observer des zones d'eau libre toute l'année près de l'embouchure de la rivière Saguenay et dans l'estuaire maritime.

RELEVÉS AÉRIENS SYSTÉMATIQUES PAR TRANSECTS LINÉAIRES

Les relevés d'été ont été limités à l'ESL, où l'ensemble de la population de bélugas est supposée être concentrée (St-Pierre *et al.* 2024a; Lesage *et al.* 2024a). Cette zone a été divisée en deux strates, soit la strate en amont (appelée « strate principale ») qui s'étend des Battures aux Loups Marins à Rimouski/Colombier et la strate en aval, qui s'étend vers l'est jusqu'à Pointe-des-Monts/Les Méchins (figure 4a). La strate principale couvrait la zone reconnue comme l'aire de répartition estivale principale du béluga de l'ESL (figure 3; Mosnier *et al.* 2010). La strate en aval serait utilisée par les bélugas principalement en dehors de l'été, mais elle fait l'objet de relevés réguliers à l'été depuis 2007, relevés qui visent à détecter toute extension possible de l'aire de répartition de la population (Gosselin *et al.* 2017). Pour évaluer la répartition saisonnière des bélugas, il a fallu étendre les relevés en dehors de l'été à différents secteurs du nord du GSL (strates 2 à 8 sur la figure 4). Pour ces relevés, la strate 1 combinait la strate principale et la strate en aval d'été et représentait donc l'ensemble de l'ESL en aval des Battures aux Loups Marins. D'après l'étendue annuelle de l'aire de répartition observée dans le cadre des relevés menés en 1989-1990 et les observations opportunistes de bélugas (Boivin et INESL 1990; Michaud *et al.* 1990), une priorité plus élevée a été accordée à la strate principale en été et aux strates 1, 2, 3 et 5 dans les autres saisons. La rivière Saguenay, de Tadoussac à Saint-Fulgence, y compris la Baie des Ha! Ha! (figure 5), a fait l'objet de relevés une ou deux fois pendant tous les relevés d'été dans la strate principale, à l'exception de trois relevés visuels effectués en 2014, 2015 et 2016. Dans les autres saisons, la rivière Saguenay, de Tadoussac à Baie-Sainte-Marguerite, a également été couverte chaque fois que la strate 1 a fait l'objet d'un relevé, sauf lors d'un relevé effectué à l'hiver 2014.

Période et couverture du relevé

Les relevés d'été ont été effectués entre le début de juillet et la mi-septembre, une période où les bélugas sont concentrés dans l'ESL (annexe 1; St-Pierre *et al.* 2024a). Les relevés d'automne visaient la période de la fin novembre à décembre, lorsque certaines proies potentielles (p. ex. le hareng [*Clupea harengus*] et l'anguille d'Amérique [*Anguilla rostrata*]) quitteraient l'ESL ou se déplaceraient vers des eaux plus profondes (Vladykov 1944, 1946, Bérubé et Lambert 1999, de Lafontaine *et al.* 2010). Cette période précède également la formation de glace dans l'ESL (Galbraith *et al.* 2022), ce qui pourrait déclencher la migration automnale, comme cela a été observé chez les bélugas de l'Arctique (Bailleul *et al.* 2012, Hauser *et al.* 2017, Niemi *et al.* 2019). Les relevés hivernaux ont été effectués de janvier à mars, mais surtout de la mi-février à mars, période où l'étendue de la glace de mer est à son niveau le plus élevé dans l'ESL et le noGSL (Galbraith *et al.* 2022). Les relevés printaniers ont été effectués de la fin avril au début mai, ce qui pourrait coïncider avec le retour de certaines espèces fourragères comme le hareng de l'Atlantique et l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*; Vladykov 1946; Bailey *et al.* 1977; Greendale et Powles 1980; Fortier et Gagné 1990; Bérubé et Lambert 1997; Bérubé et Lambert 1999).

Plan de relevé

Le plan de relevé pour l'ESL et du GSL était systématique, avec un placement aléatoire de transects parallèles orientés perpendiculairement à l'axe principal de chaque strate ou courbes bathymétriques. En été, l'espacement entre les lignes était généralement de 3,7 km (2 NM) pour les relevés photographiques et de 7,4 km (4 NM) pour les relevés visuels (voir le tableau A1 à l'annexe 1 pour plus de détails). Les exceptions sont les suivantes : 1) les quatre relevés réalisés en 2019, qui ont été effectués simultanément comme un relevé visuel et photographique et, par conséquent, nécessitaient un espacement entre les lignes de 4 NM afin que les mêmes individus ne soient pas enregistrés à plusieurs reprises sur des transects successifs par les observateurs; 2) un relevé de la strate 1 en 2020 et trois relevés de la strate 2 en 2008, 2016 et 2020, qui ont été effectués avec un espacement de 18,5 km (10 NM). La superficie couverte par la strate principale a augmenté au fil des ans aux deux extrémités afin de tenir compte de l'expansion possible de l'aire de répartition estivale du béluga (figure 4; voir St-Pierre *et al.* 2024a). Dans les saisons autres que l'été, l'espacement entre les lignes était de 13 km (7 NM) pour tous les relevés et toutes les strates (tableau 2). Le nombre de transects couvrant chaque strate variait légèrement entre les relevés selon l'emplacement des lignes et l'étendue des strates (voir le tableau A1 et le tableau A1.2 à l'annexe 1).

Relevés visuels

Différents aéronefs ont été utilisés pour les relevés (voir les tableaux A1.1 et A1.2 de l'annexe 1), bien que tous aient été équipés de fenêtres bombées aux sièges des observateurs, à l'exception du siège du copilote dans le Partenavia, qui avait une grande fenêtre standard (plate). Les relevés visuels étaient généralement effectués à une vitesse cible de 185 km/h (100 nœuds) et à une altitude cible de 305 m (1 000 pieds), sauf pour quelques relevés (voir les tableaux A1.1 et A1.2 de l'annexe 1). Pour chaque relevé, un ou deux aéronefs couvraient différents transect.

Pendant chaque relevé, un observateur principal était assis de chaque côté de l'aéronef. Lorsque possible, un troisième observateur était assis du côté droit de l'avion et il était considéré comme un observateur secondaire. Tous les observateurs avaient de l'expérience en matière de relevés aériens ou avaient suivi une formation sur les relevés aériens avant l'exécution des relevés, et étaient isolés les uns des autres, tant sur le plan visuel qu'auditif.

Les observateurs ont consigné les observations de bélugas sous forme de groupes, définis comme des individus se trouvant à deux ou trois longueurs l'un de l'autre. Le relèvement relatif à la ligne de tracé a été mesuré à l'aide d'un rapporteur d'angle. Les observateurs ont également mesuré l'angle d'inclinaison vers le centre de chaque groupe à l'aide d'inclinomètres (Suunto, PM 5/360 PC) et enregistré l'heure (synchronisée avec le GPS) à laquelle des animaux étaient détectés. La distance perpendiculaire des animaux par rapport à l'avion a été triangulée à partir de l'angle d'inclinaison et de l'altitude de l'aéronef. Les observateurs devaient aussi donner la priorité à l'estimation de la taille du groupe et à l'heure de l'observation, ensuite à l'angle d'inclinaison, puis à d'autres variables, y compris le comportement des animaux et tout changement comportemental supposé être une réaction à l'aéronef qui s'approchait, s'ils en avaient le temps. Lorsque deux observateurs étaient assis du même côté de l'avion, des groupes d'animaux détectés par les deux observateurs ont été identifiés (St-Pierre *et al.* 2024a, 2024b). Les groupes et la taille des groupes détectés par l'observateur principal ont été retenus aux fins de l'analyse de l'abondance, tandis que le plus élevé des deux dénombrements a été utilisé aux fins des analyses spatiales.

Les conditions météorologiques et d'observation étaient enregistrées au début de chaque transect, à intervalles réguliers le long de ceux-ci, ou à chaque fois que les conditions

d'observation changeaient. Les renseignements consignés comprenaient l'état de la mer (échelle de Beaufort), la couverture nuageuse (pourcentage), l'angle de la zone de recherche affectée par le reflet du soleil, l'intensité de la réflexion du soleil, la couverture de glace et une mesure subjective de la détectabilité (visibilité). Les relevés n'ont été initiés que lorsque les conditions de la mer étaient de Beaufort 3 ou moins, lorsque la couverture nuageuse se trouvait au-dessus de l'altitude de vol cible et idéalement lorsque les prévisions météorologiques annonçaient des conditions favorables dans toute l'aire d'étude pour toute la journée.

Chaque relevé a été effectué dans le but de couvrir l'aire d'étude aussi rapidement que possible, sur une période de quelques jours. Cependant, les conditions météorologiques n'ont pas toujours permis une couverture complète d'une strate précise ou de toutes les strates au cours d'un seul relevé ou d'une seule saison, ce qui a entraîné une couverture variable (voir le tableau A1.1 et le tableau A1.2 à l'annexe 1). Il a été supposé que la répartition des animaux ne variait pas de manière significative au cours de la période nécessaire pour effectuer un relevé, même lorsque plus d'une journée était requise pour couvrir l'ensemble d'une strate.

Relevés photographiques

Les relevés photographiques n'ont été effectués qu'en été et seulement sur la strate principale. De 1990 à 2009, ils ont été réalisés en une journée à l'aide de deux aéronefs volant simultanément à une altitude cible de 1 219 m. En 2019, les relevés photographiques étaient encore effectués en une journée, mais les relevés visuels simultanés étaient réalisés à l'aide d'un seul avion volant à une altitude de 305 m. Des détails sur le type de caméras et d'objectifs utilisés, le chevauchement de la couverture photographique et d'autres détails méthodologiques se trouvent dans St-Pierre *et al.* (2024a) et dans le tableau A1.1 (annexe 1). Toutes les photographies provenant de ces relevés ont été examinées par au moins deux lecteurs indépendants. Les animaux qui avaient $\leq 0,5$ fois la longueur des autres bélugas et se trouvant à une longueur de corps l'un de l'autre ont été identifiés comme des veaux. Cette catégorie incluait les veaux nouveau-nés et les jeunes d'un an, puisqu'il n'était pas possible de les distinguer les uns des autres de manière fiable sur les photographies aériennes. Étant donné que la zone couverte par les relevés visuels était plus large que pour les relevés photographiques, les analyses spatiales des données du relevé de 2019 ont été effectuées uniquement à partir des observations faites lors des relevés visuels.

Dénombrements dans la rivière Saguenay

Le nombre et la position des bélugas ont été consignés par les observateurs ou déterminés à partir d'images aériennes dans le cadre des relevés en amont et en aval de la rivière Saguenay (figure 2), sauf avant 2001 ($n = 5$ relevés) lorsque ces informations n'étaient pas disponibles (voir tableau A1.1 dans l'annexe 1). Seuls les 51 relevés comportant des données sur l'emplacement ont été inclus dans les analyses présentées dans ce manuscrit. Une approche de regroupements spatio-temporels a d'abord été appliquée en vue d'éliminer les observations en double entre les relevés en amont et en aval. Plus précisément, les lieux d'observation ont été filtrés par longitude, ne conservant que les observations situées à l'ouest de - 69,7165 degrés, ce qui correspond à une ligne traversant la rivière Saguenay entre la pointe de l'Islet et Pointe-Noire (figure 5). Ensuite, en utilisant la distance entre chaque paire d'observations et l'heure de chaque observation, la vitesse de déplacement nécessaire pour que les bélugas situés au site d'observation 1 atteignent le site d'observation 2 a été calculée. Ces informations ont ensuite été utilisées dans une analyse de regroupement (fonction « hclust » de la bibliothèque R « stats ») afin de regrouper les observations les plus proches » (c.-à-d. qui celles nécessitant la vitesse la plus faible pour correspondre au même animal ou groupe d'animaux). Un seuil de 10 nœuds (vitesse de nage maximale d'un béluga; Lemieux

Lefebvre *et al.* 2012) a été utilisé pour diviser l'arbre de regroupement et identifier les observations ou groupes d'observations qui étaient indépendants des autres. En raison de la vitesse de l'avion, les observations successives effectuées au cours d'un relevé donné étaient très probablement indépendantes les unes des autres; par conséquent, l'analyse par regroupement a principalement servi à faire correspondre les observations du relevé en amont avec celles du relevé en aval en se basant sur la probabilité que ces observations correspondent aux mêmes animaux. Pour chaque groupe de bélugas, le nombre maximal de bélugas observés soit lors du relevé en amont, soit lors du relevé en aval a été retenu, auquel on a ajouté les observations non dupliquées du relevé opposé afin d'obtenir le nombre total (maximum) de bélugas observés lors du relevé de la rivière Saguenay. Les dénombrements dans la rivière Saguenay n'ont pas été corrigés de manière à tenir compte des biais de disponibilité et de perception en raison de la zone de recherche étroite, des courbes dans la trajectoire de l'avion qui ont permis aux observateurs de passer plus de temps à chercher chaque emplacement donné et qui empêchaient la mesure de l'angle d'inclinaison, ainsi que les passages répétés (en amont et en aval). Le nombre total de bélugas observés dans la rivière Saguenay (ou la moyenne des dénombrements totaux pendant les saisons où la rivière Saguenay a été survolée plusieurs fois) a été ajouté à l'estimation moyenne de l'abondance entièrement corrigée de la strate principale (été) ou de la strate 1 (autres saisons). Les abondances estivales présentées dans St-Pierre *et al.* (2024a) ont été mises à jour à l'aide de cette nouvelle méthode d'estimation des dénombrements dans la rivière Saguenay (voir l'annexe 1).

ESTIMATION DE L'ABONDANCE

L'approche analytique pour l'estimation de l'abondance à partir des relevés visuels et photographiques est présentée dans St-Pierre *et al.* (2024a) pour les relevés d'été (relevés visuels et photographiques). Les analyses pour les relevés d'automne, d'hiver et de printemps (tous visuels) ont suivi la méthodologie décrite dans St-Pierre *et al.* (2024a), mais avec une légère variante pour estimer le biais de disponibilité étant donné l'absence de données télémétriques pour les saisons autres que l'été (voir ci-dessous).

En résumé, la somme des longueurs des transects survolés et la superficie de chaque strate a été utilisée pour estimer l'abondance par relevé et par strate, en appliquant la méthode d'échantillonnage par distance (distance sampling) avec la bibliothèque « mrds » (Laake *et al.* 2013) dans R 4.3.0 (R Development Core Team 2018). La nécessité de tronquer à droite la distribution des distances perpendiculaires a été examinée, la distance de troncature à droite la plus appropriée étant évaluée selon quatre approches différentes (voir St-Pierre *et al.* 2024a). La sélection de la fonction de détection la mieux adaptée aux données, ainsi que la pertinence d'inclure des covariables, ont été effectuées selon la procédure par étapes détaillée dans Marques et Buckland (2003) et décrite en détail dans St-Pierre *et al.* 2024a. Les covariables potentielles prises en compte étaient la taille du groupe, l'état de la mer, l'intensité de l'éblouissement, la couverture nuageuse, la couverture de glace, le type d'avion (lorsqu'un relevé était effectué à l'aide de différents aéronefs, par exemple Cessna versus Partenavia) et la saison. une procédure de bootstrap a été utilisée pour inclure les observations sans distances perpendiculaires dans l'estimation de la densité et de l'abondance (détails dans St-Pierre *et al.* 2024a). L'indice d'abondance de surface et la variance associée pour une strate et une saison données ont été obtenus en faisant la moyenne des indices d'abondance de surface de tous les passages dans la strate, la variance combinée étant calculée au moyen de la méthode delta (Seber 1982; Powell 2007). L'indice total d'abondance de surface et sa variance pour une saison et un relevé donnés ont été calculés comme la somme des indices moyens de l'abondance de surface des différentes strates.

Une correction du biais de disponibilité a été appliquée aux indices d'abondance de surface estivaux afin de tenir compte des animaux manqués par les observateurs parce qu'ils étaient en plongée (voir St-Pierre *et al.* 2024a pour plus de détails). Bien que la méthode utilisée dans cette étude pour estimer le biais de disponibilité prenne en compte les facteurs environnementaux, le comportement et le secteur utilisé par le béluga de l'ESL, elle repose sur des données télémétriques recueillies exclusivement pendant l'été (Lesage *et al.* 2024b). En l'absence de données hors de la saison estivale, et afin de prendre en compte la variation possible du comportement selon les saisons, la durée moyenne des plongées [$E(d) = 155$ secondes (s)] et les intervalles de surface [$E(s) = 78$ s] de ces 27 déploiements estivaux ont été utilisés pour calculer le biais de disponibilité pour chaque groupe de bélugas observé à l'aide des équations 1 et 2 de Lesage *et al.* (2024b). Un biais de disponibilité, \hat{a} , a été calculé pour chaque relevé et strate ainsi que pour chaque saison, en utilisant la disponibilité moyenne, $a(x_j)$, de chacun des groupes de bélugas détectés, n , compte tenu de leur distance perpendiculaire, x_j , selon la formule suivante :

$$\hat{a} = \frac{\sum_{j=1}^n a(x_j)}{n} \quad (\text{Eq. 1}).$$

Pour chaque relevé et chaque strate, le coefficient de variation (CV) calculé autour du biais de disponibilité moyen était très faible ($\leq 1\%$), car il ne tenait compte que de la variation interindividuelle entre les intervalles moyens de surface ($E(sf)$) et de plongée ($E(dv)$) des bélugas équipés de balises télémétriques. Cependant, d'autres sources de variabilité influencent le biais de disponibilité. Pour tenir compte du fait que la profondeur à laquelle les bélugas peuvent être détectés par les observateurs peut être variable, l'incertitude entourant le biais de disponibilité a été augmentée en fixant le CV à une valeur de 7,7 %, comme indiqué par Kingsley et Gauthier (2002).

Une correction devait également être développée pour le biais de perception, c'est-à-dire pour les observateurs qui n'ont pas détecté les animaux présents en surface. Les relevés effectués à l'automne 2012, 2019, 2020, à l'hiver 2013, 2015, 2020 - 2023, et au printemps 2018 ont été réalisés en configuration à double plateforme, du côté droit de l'avion. Le biais de perception a été calculé en utilisant toutes les données combinées des relevés à double plateforme dans une analyse d'échantillonnage des distances par marquage-recapture (EDMR) unique (voir la méthode dans St-Pierre *et al.* 2024a; 2024b) pour obtenir une valeur globale du biais de perception $p(0)$ pour l'observateur primaire. Cette valeur a ensuite servi à corriger tous les résultats des relevés, y compris les relevés à simple plateforme.

La formule suivante a été appliquée afin de corriger les indices d'abondance en tenant compte du biais de disponibilité (\hat{a}) et du biais de perception [$p(0)$] pour chaque relevé et chaque strate, en supposant que $p(0)$ était le même pour les observateurs primaires situés à droite et à gauche de l'aéronef :

$$\text{fully corrected abundance} = \text{abundance}_i \cdot \frac{1}{\hat{a}} \cdot \frac{1}{p(0)} \quad [\text{Eq. 2}]$$

ANALYSES SPATIALES

Proportion de la population dans différentes zones

Les changements dans la répartition globale entre les saisons ont été estimés en utilisant les proportions de la population observées dans divers secteurs de l'ESL, du GSL et de la rivière Saguenay. Afin de permettre des comparaisons directes avec les proportions estimées par Mosnier *et al.* (2016) et Simard *et al.* (2023), l'ESL a été divisé en trois et cinq secteurs, respectivement (figure 1). La proportion de bélugas observée dans chaque secteur a été

calculée pour chaque relevé au cours d'une saison donnée, puis pondérée par l'estimation d'abondance moyenne spécifique à la strate estimée à partir de tous les relevés effectués durant cette saison. Ainsi, la contribution de chaque secteur a été ajustée pour tenir compte de la proportion moyenne de la population totale se trouvant dans cette strate. En été, seuls les relevés couvrant la strate principale, la strate en aval et la rivière Saguenay ont été inclus dans ce calcul, tandis que pour les autres saisons, seuls les relevés couvrant les strates 1, 2, 3 et 5 et la rivière Saguenay ont été pris en compte. Les quatre relevés photographiques effectués en 2019 ont été exclus de ces analyses ainsi que de toutes les autres analyses spatiales, sauf mention contraire, afin d'éviter que les mêmes individus ne soient considérés à deux reprises, étant donné que les relevés visuels et photographiques ont été réalisés simultanément.

La répartition estivale a été estimée en utilisant toutes les années de relevé, soit de 1990 à 2022. Cependant, nous avons également estimé la répartition séparément pour les relevés de 1990 à 2009 et de 2014 à 2022 afin d'examiner les changements potentiels à long terme dans la répartition. Ces deux périodes se sont contrastées par des dynamiques des populations différentes chez le béluga et des conditions environnementales distinctes dans l'ESL (Plourde *et al.* 2014; Tinker *et al.* 2024). À partir de 2010, un changement significatif dans la mortalité des veaux et la survie des femelles adultes a été observé, ce qui a entraîné un ralentissement de la croissance de la population et un déclin possible après 2018 (Tinker *et al.* 2024). Ces changements dans la dynamique des populations ont coïncidé avec une augmentation de la température de l'eau, une réduction des indices de glace de mer et une diminution de la biomasse de certaines proies (Plourde *et al.* 2014). Bien que les conditions environnementales aient commencé à changer à la fin des années 1990 pour atteindre les extrêmes observés dans les années 2010 et 2020 (voir Plourde *et al.* 2014; Galbraith *et al.* 2022), le faible nombre de relevés effectués avant 2000 ($n = 4$, tous photographiques) nous a empêchés d'examiner la répartition des bélugas séparément pour cette décennie.

Analyses saisonnières de la densité par noyau en 2D dans l'ESL et le GSL

La répartition saisonnière de la densité des bélugas a été évaluée à l'aide d'estimations de densité par noyau spatiale bidimensionnel, selon la méthode de Mosnier *et al.* (2016). Cette approche a permis de détecter des zones à haute densité de bélugas et d'utilisation récurrente au cours de la période d'étude. Alors que les analyses de Mosnier *et al.* (2016) se limitaient à la zone d'estivage principale (c.-à-d. la strate principale), celles présentées dans ce rapport incluent d'autres strates, tout en tenant compte de la variabilité dans l'effort d'échantillonnage au cours d'une même saison (c.-à-d. l'espacement entre les transects ou la couverture partielle d'une strate) et entre les saisons.

Des cartes saisonnières de la répartition et de l'utilisation de l'habitat ont été produites à l'aide d'une grille à cellules de 1 km sur 1 km (similaires à celle utilisée par Mosnier *et al.* 2016; voir l'annexe 2) et une approche en quatre étapes (figure 6). Tout d'abord, un noyau de densité a été produit pour chaque strate et chaque relevé au cours d'une année donnée (appelé « noyau strate-relevé »). Comme la couverture d'une strate était parfois partielle en raison de mauvaises conditions météorologiques, un masque a été appliqué pour limiter le calcul des densités uniquement aux cellules de grille couvertes pendant le relevé.

Dans une deuxième étape, des noyaux saison-strate ont été produits pour chaque strate et chaque année d'inventaire, en utilisant la moyenne pondérée des noyaux strate-relevé créé à l'étape 1. Chaque noyau strate-relevé a été pondéré par : 1) la superficie correspondant à l'effort de relevé afin de tenir compte de la variabilité de la couverture entre les relevés (c.-à-d. l'espacement variable entre les transects adjacents ou une couverture incomplète en raison des conditions météorologiques), et 2) le nombre total d'individus dénombrés lors de chaque relevé,

en supposant qu'un relevé avec un plus grand nombre d'animaux observés fournit une représentation plus exacte de la répartition des bélugas de l'ESL.

Dans une troisième étape, les noyaux saison-strate ont été cartographiés pour chaque saison et chaque année, en pondérant les noyaux saison-strate de chaque année de relevé par la proportion médiane des observations réalisées, toutes années confondues, dans chaque strate au cours de cette saison, ce qui a permis d'obtenir les noyaux saisonniers finaux (étape 4). La médiane a été utilisée au lieu de la moyenne, car elle représente probablement une méthode plus prudente pour résumer la répartition, compte tenu de la grande variabilité observée entre les relevés. Pour l'été, cette proportion médiane a été calculée en ne considérant que les relevés ayant couvert à la fois les strates principale et aval. Pour le printemps et l'automne, seuls les relevés ayant couvert les strates 1, 2, 3 et 5 ont été utilisés pour le calcul, tandis qu'en hiver, la strate 7 a été ajoutée à ces 4 strates, puisque cette strate a été couverte à deux reprises durant cette saison (2013 et 2014).

La méthode de calcul des noyaux utilisée ici ne tient pas compte de l'effet de barrière créé par les îles. Par conséquent, deux groupes d'animaux situés de part et d'autre d'une île seraient combinés lors de l'estimation des densités, même si ces dénombrements devraient être considérées comme indépendantes. Bien qu'il existe des méthodes pour corriger ce problème (Benhamou et Cornelis 2010), elles n'ont pas pu être appliquées dans le cas présent : les barrières utilisées dans ces méthodes doivent être représentées par des polygones composés de segments au moins trois fois supérieure au facteur de lissage (c.-à-d. 3 x 926 m, ou 3 x 1 563 m dans cette étude, selon la saison considérée, voir l'annexe 2). Des distances aussi grandes auraient empêché une représentation exacte des îles de l'ESL. Des masques ont donc été appliqués afin d'exclure les zones terrestres et les îles du calcul des noyaux. Les valeurs obtenues ont ensuite été normalisées afin d'estimer les densités par noyaux à l'intérieur des zones étudiées (strates). Les résultats finaux comprenaient une grille de cellules de 1 km par 1 km contenant la valeur du noyau ainsi que des lignes de contour englobant 50 %, 75 % et 95 % de la population. La même méthode a été utilisée pour représenter la répartition estivale des veaux de béluga (individus âgés de 0 à 1 an combinés). Toutefois, seules les observations provenant des relevés photographiques (incluant les relevés de 2019) ont été utilisées dans ce cas, car la détection et l'identification des veaux pendant les relevés visuels sont jugées comme étant peu fiables.

Concernant la répartition globale, un domaine vital saisonnier a été calculé en utilisant soit l'ensemble de la série chronologique (été : de 1990 - 2022; autres saisons : de 2012 - 2023), soit, pour les relevés d'été seulement, séparément pour 1990 - 2009 et 2014 - 2022. Les relevés effectués entre 1990 et 2009 se sont déroulés principalement de la mi-août à la mi-septembre, tandis que ceux réalisés entre 2014 et 2022 ont parfois débuté en juillet. Afin d'examiner l'effet potentiel du moment du relevé sur les estimations de la répartition, des densités par noyaux estivales ont été générées pour les périodes de juillet - août et août - septembre.

Analyses saisonnières de la densité par noyau en 1D dans la rivière Saguenay

En raison de la méthode d'échantillonnage différente appliquée dans la rivière Saguenay (deux relevés et absence d'échantillonnage par distance), une approche alternative a été nécessaire pour estimer les densités dans cette région. La répartition des observations a donc été considérée comme une densité relative des observations le long d'un seul axe (une dimension; 1D) représentant la distance depuis l'embouchure de la rivière Saguenay, définie comme les observations situées à l'ouest de -69,7165 degrés, correspondant à une ligne traversant la rivière Saguenay entre la pointe de l'Islet et Pointe-Noire jusqu'à Saint-Fulgence ou Baie-Sainte-Marguerite selon la couverture saisonnière du relevé (voir la section « Dénombrements dans la

rivière Saguenay » ci-dessus). La distribution de la densité relative a été obtenue pour chaque relevé, puis combinée pour chaque saison sous forme de moyenne pondérée, en tenant compte du nombre d'animaux observés dans le Saguenay lors de ces relevés. La distribution de densité estivale a été obtenue uniquement pour la période 2001 – 2022, car la position des bélugas observés dans le Saguenay lors des relevés effectués avant 2001 n'était pas disponible. De nouveau, pour évaluer les changements potentiels de l'utilisation de la rivière Saguenay au cours de la période étudiée, la densité spatiale estivale a été estimée séparément pour les périodes 2001 – 2009 et 2014 – 2022. Pour le printemps, l'automne et l'hiver, les analyses de densité spatiale ont été limitées à la période de 2012 – 2022, puisque les relevés au cours de ces saisons avant n'ont pas été effectués 2012. Toutes les analyses spatiales ont été effectuées avec QGIS (QGIS Development Team 2021) et R 4.3.0 (R Development Core Team 2018) en utilisant la projection de Lambert au Québec. Par souci de commodité, les figures présentées dans ce document n'ont pas été projetées.

RÉSULTATS

ACTIVITÉS DE RELEVÉ

Relevés d'été

Au total, 64 relevés aériens d'été, comprenant 11 relevés photographiques et 53 relevés visuels, ont été réalisés depuis 1990 et étaient disponibles pour cette analyse (figure 4; tableau A1.1 de l'annexe 1). Les relevés photographiques ont été effectués de la mi-août au début de septembre. De 1990 à 2009, ils ont été réalisés tous les deux à quatre ans. Par la suite, une interruption de dix ans a eu lieu, après laquelle quatre relevés photographiques consécutifs ont été réalisés en 2019.

La série chronologique des relevés visuels a débutée en 2001, avec des relevés réalisés annuellement ou tous les deux ans, à l'exception de quatre années entre 2010 à 2013 où aucun relevé n'a été effectué. Les relevés visuels ont généralement été effectués entre la mi-août et le début de septembre, bien que certains relevés aient été effectués à la mi-juillet ou, plus récemment, au début de juillet. Plusieurs relevés ont été effectués certaines années, de sorte que la strate principale a fait l'objet de 53 relevés sur 11 années de relevé et que la strate en aval a fait l'objet de 15 relevés sur 8 années de relevé (figure 4; annexe 1). Les strates principale et aval ont généralement été couvertes en une journée. Cependant, en 2016, il a fallu deux jours pour couvrir la strate en aval et, en 2022, il a fallu attendre deux semaines pour avoir des conditions météorologiques favorables afin de compléter la couverture des deux strates.

Relevés d'automne, d'hiver et de printemps

Sept relevés (tous visuels) ont été effectués à l'automne (du 18 novembre au 20 décembre), 21 en hiver (du 18 janvier au 29 mars) et six au printemps (du 2 au 16 mai) entre 2012 et 2023. La strate 1 (l'ensemble de l'ESL) a été couverte lors de chacun des 34 relevés (figure 4, tableau A1.2 à l'annexe 1), tandis que les strates 2, 3 et 5 ont été survolées 27, 24 et 18 fois respectivement (annexe 2). En comparaison, les strates 4 et 7 ont été survolées qu'à deux reprises seulement (au cours des hivers 2013 et 2014), tandis que les strates 6 et 8 ne l'ont été qu'une seule fois (à l'hiver 2014; figure 4; tableau A1.2 de l'annexe 1). En dehors de l'été, une strate donnée a généralement été couverte entre 1 et 18 jours selon les conditions météorologiques, mais dans 71 % des cas, une couverture complète a été réalisée en trois jours ou moins (tableau A1.2 à l'annexe 1).

DÉNOMBREMENT DES BÉLUGAS

Été

Les dénombrements de bélugas ont varié au cours de la période d'étude et entre les années de relevé (St-Pierre *et al.* 2024a). En tenant compte l'ajustement des dénombrements pour la rivière Saguenay, les relevés photographiques ont fourni une moyenne de 233 individus (plage : 149–311), et les relevés visuels une moyenne de 234 individus (plage : 44–471) pour les analyses spatiales (voir la figure A3.1 à l'annexe 3). Dans l'ensemble, moins de relevés ont été effectués dans la strate principale entre 1990 et 2009 comparativement à la période 2014 – 2022, ce qui a fait en sorte qu'un plus petit nombre de groupes et d'individus ont été détectés dans cette strate au cours de la première période (tableau 1). Une tendance inverse est observée dans la strate en aval, dont la couverture par les relevés n'a commencé qu'en 2007. La taille moyenne des groupes (c.-à-d. le nombre moyen d'individus par groupe) était plus élevée durant la période 2014 – 2022 que durant la période 1990 – 2009 pour les deux strates (tableau 1). En moyenne, 29 bélugas ont été dénombrés dans la rivière Saguenay lorsqu'ils étaient présents, avec un maximum de 158 individus observés lors d'un même relevé (relevé de 2022). Les bélugas ont été absents du Saguenay à sept reprises. L'application de la nouvelle méthode permettant d'identifier les observations dupliquées lors des relevés de la rivière Saguenay a permis de mettre à jour les dénombrements par rapport à l'évaluation précédente du stock dans 17 cas, avec des modifications allant du retrait de 12 individus à l'ajout de 38 individus aux dénombrements du Saguenay pour un même relevé (voir St-Pierre *et al.* 2024a et le tableau A1.1 de l'annexe 1).

Automne, hiver et printemps

Le nombre d'observations et la taille des groupes étaient en moyenne plus faibles pendant les relevés d'automne que pendant les relevés d'hiver ou de printemps (tableau 1, voir le tableau A1.2, figure A3.3, A3.4 et A3.5 à l'annexe 3). La plupart des détections, pour trois saisons, ont eu lieu dans la strate 1. Des bélugas ont été détectés à l'automne et en hiver dans la strate 2, mais rarement au printemps (figure A4.4 de l'annexe 4); ils n'ont été observés qu'une seule fois dans la strate 3 (automne 2019) et la strate 7 (hiver 2013), et étaient absents des autres strates (voir le tableau A1.2 à l'annexe 1 et la figure A4.4 à l'annexe 4).

Des bélugas ont été détectés dans la rivière Saguenay lors de trois des sept relevés effectués à l'automne, quatre des 21 relevés effectués en hiver et deux des six relevés réalisés au printemps. Le plus grand nombre d'individus observés dans cette région au cours d'un relevé était de 18 à l'automne, de 4 en hiver et de 3 au printemps (figure 5; voir aussi le tableau A2.d.1).

ESTIMATIONS DE L'ABONDANCE

Été

La correction des dénombrements de la rivière Saguenay pour les observations en double a eu peu d'incidence sur les estimations d'abondance estivale, qui sont restées similaires à celles rapportées dans St-Pierre *et al.* (2024a) (see Table A1.1 in Appendix 1).

Automne, hiver et printemps

Un total de 1 145 observations de bélugas effectuées pendant les relevés d'automne, d'hiver et de printemps, et accompagnées de distances perpendiculaires associées, ont servi à ajuster la courbe de détection utilisé pour l'analyse d'estimation de l'abondance. Le meilleur ajustement

de la fonction de détection a été obtenu avec une troncature à droite à 1 437 m, qui a permis de retenir 1 029 observations originales. La fonction clé gamma avait un AIC plus élevé que les fonctions clés demi-normales et taux de risque, mais elle a tout de même été retenue, car ces deux dernières fonctions ne respectaient pas le critère de qualité de l'ajustement du modèle (la valeur p du test de Cramér-von Mises était de $< 0,05$). L'inclusion de la saison comme covariable a réduit l'AIC du modèle (AIC= 592,97, comparativement à 619,02 pour le modèle sans covariables), tout en maintenant une qualité d'ajustement adéquate. L'ajout de l'état de la mer (Beaufort) a permis d'améliorer davantage le modèle (AIC = 584,97). L'ajout de la taille des groupes n'a pas amélioré l'ajustement du modèle (AIC = 619,38), ni les covariables supplémentaires. Après l'inclusion des observations avec des distances perpendiculaires manquantes par la méthode bootstrap (voir la section « Calcul des estimations de l'abondance »), la fonction de détection gamma a donné une demi-largeur de bande effective globale de 770 m (IC à 95 % : 765 – 777 m) et une probabilité moyenne de détection de 0,536 (IC à 95 % : 0,532 à 0,541; voir la figure A3.1 de l'annexe 3). Selon les résultats de la méthode bootstrap, la taille moyenne prévue du groupe variait de 1,00 à 11,00 pendant les relevés d'automne, de 1,35 à 5,31 pendant les relevés d'hiver et de 1,00 à 5,46 pendant les relevés de printemps. Le biais de disponibilité variait de 0,380 à 0,686 entre les relevés et les strates, avec une valeur moyenne de 0,497 (voir le tableau A4.1).

Au total, 392 observations de bélugas uniques ont été consignées par les deux observateurs positionnés du côté droit de l'avion lorsqu'ils étaient en effort. Parmi ces observations, 112 ont été identifiées comme des doublons entre l'observateur primaire et secondaire du côté droit de l'avion, pour un total de 352 observations uniques restantes disponible pour l'analyse après la troncature à droite. Les deux composantes du modèle EDMR étaient une fonction classique de détection par échantillonnage à distance conventionnelle avec une fonction clé gamma et la couverture de glace (en pourcentage) comme covariable, et une fonction de détection EDMR sans covariables ajoutées. Ce modèle a donné un $p(0)$ primaire de 0,557 (CV = 0,093).

Les estimations de l'abondance pour une strate et une saison données étaient très variables (voir le tableau A5.1 à l'annexe 5). Dans la strate 1, les indices de l'abondance en surface non corrigés pour tenir compte des biais de disponibilité et de perception allaient de 79 (2013, relevé 1) à 1 283 animaux (2020, relevé 1) pendant les relevés d'automne, de 37 (2019, relevé 1) à 1 533 animaux (2021, relevé 2) pendant les relevés d'hiver, et de 145 (2015, relevé 1) jusqu'à 1 151 animaux (2018, relevé 2) pendant les relevés printaniers. La correction des indices d'abondance en surface pour les biais de disponibilité et de perception a augmenté ces valeurs par un facteur de 3,64 en moyenne. Les estimations d'abondance entièrement corrigées, combinant toutes les strates ayant fait l'objet de relevés au cours d'une saison et d'une année données, variaient de 263 (2013) à 4 593 animaux (2012) pour les relevés d'automne, de 1 452 (2013) à 4 311 animaux (2021) pour les relevés d'hiver et de 518 (2015) à 3 667 animaux (2014) pour les relevés printaniers.

Les estimations de l'abondance moyenne de 2012 – 2022 pour le printemps, l'automne et l'hiver chevauchaient l'estimation estivale moyenne (2 883 individus, CV = 0,523) pour la période allant de 1990 à 2022. Ces résultats suggèrent que la majeure partie de la population a probablement été recensée lors de toutes les saisons la plupart des années (figure 7).

RÉPARTITION SAISONNIÈRE ET UTILISATION DE L'HABITAT

Été

Les contours de densité du noyau estimés à 95 % pour l'aire de répartition estivale couvraient presque tout l'ESL, des Battures aux Loups Marins jusqu'à Rimouski/Colombier, avec un certain prolongement vers l'est jusqu'à Matane/Baie-Comeau (figure 8). Ce patron général de

répartition a également persisté lorsque la période étudiée a été divisée entre la période plus ancienne (1990 – 2009) et la période plus récente (2014 – 2022; figure 9). Dans l'ensemble, une proportion semblable de la population occupait l'estuaire maritime de l'ESL par rapport à l'estuaire moyen (45 % contre 47 %), avec environ 2 % des individus observés dans la rivière Saguenay (tableau 2a). Cependant, une diminution de l'utilisation de l'estuaire moyen de l'ESL a été observée en 2014-2022 par rapport à 1990-2009 (tableaux 2a et 2b).

Une inspection visuelle des estimations de la densité moyenne interannuelle des noyaux indique un degré élevé de similarité dans les zones de regroupement lorsque les deux périodes sont comparées (figure 9). La plupart des zones très fréquentées (contours de noyau de 50 % et 75 %) identifiées dans l'estuaire moyen et l'estuaire maritime, entre l'embouchure de la rivière Saguenay et Saint-Simon/Les Escoumins, étaient similaires tant pour la période 1990 – 2009 que pour la période 2014 – 2022 (figure 10). Cependant, au cours de la période la plus récente, des densités plus élevées de bélugas ont été observées dans la partie aval de l'aire d'estivage au large de Les Escoumins, tout le long du chenal Laurentien, et dans le secteur central de l'ESL, entre Le Bic et Rimouski (figures 10 et 11). Cette tendance a été observée en dépit du fait que les relevés les plus récents qui ont été effectués en juillet aient été inclus ou non dans l'analyse (figure 11). Les groupes de femelles adultes avec des veaux ont en partie contribué à cette redistribution récente des animaux dans l'aire de répartition estivale (figure 12). Il n'est pas connu s'il y a eu une augmentation de l'utilisation de l'estuaire maritime e à l'est de Rimouski/Colombier étant donné l'effort de relevé limité pour ce secteur entre 1990 et 2009 (tableau 2).

La plupart des observations dans la rivière Saguenay ont été faites à proximité ou en aval de Baie-Sainte-Marguerite (94,8 %), les observations devenant plus dispersées en amont de l'île Saint-Louis. Les densités relatives les plus élevées de bélugas ont été observées près de Baie-Sainte-Marguerite, où 25 % de toutes les observations dans la rivière Saguenay ont été faites pendant l'été. Plus en aval, des bélugas ont été observés tout au long de la rivière Saguenay, mais plusieurs petits pics de densité ont été notés au Cap de la Boule, à l'Anse Saint-Étienne et légèrement en amont de la traverse de Baie Sainte-Catherine/Tadoussac (figure 5). Aucune différence significative dans la répartition estivale n'a été observée entre les périodes 2001 – 2009 et 2014 – 2022.

Dans l'ensemble, les veaux étaient dispersés dans tout l'ESL, à l'exception du chenal Laurentien (figure 12). Cependant, une plus grande proportion d'entre eux a été observée dans l'estuaire moyen. Plus précisément, 221 nouveau-nés ou veaux d'un an détectés dans le cadre des 11 relevés photographiques ont été observés en eaux peu profondes (< 200 m de profondeur), principalement (84 %) entre La Malbaie/Kamouraska et Les Bergeronnes/Trois-Pistoles, ainsi qu'à l'est de l'île aux Coudres. Huit des 10 veaux détectés en aval de Les Escoumins/Trois-Pistoles ont été observés au cours des relevés de 2019 (voir la figure A4.2). Bien que des nouveau-nés et des veaux d'un an aient également été détectés dans la rivière Saguenay dans le cadre du relevé photographique de 2019, leur répartition dans ce secteur au cours de la période d'étude n'a pas pu être évaluée étant donné que tous les autres relevés ont été réalisés uniquement par observation visuelle.

Automne, hiver et printemps

En automne et en hiver, l'aire de répartition du béluga s'est déplacée vers l'est dans l'ESL, avec un prolongement dans le noGSL (figure 8). Bien que le nombre de relevés faits en automne soit petit que le nombre de relevés faits en hiver (n = 7 par rapport à 21, respectivement), les données disponibles ont indiqué une étendue de l'aire de répartition qui était semblable pour les deux saisons. Les observations s'étendaient dans l'estuaire moyen, de l'est de l'île aux Coudres jusqu'à l'ouest de l'île d'Anticosti dans le noGSL. À l'intérieur de cette étendue, cependant, des

différences ont été observées dans les densités centrales entre les deux saisons. Bien que la proportion moyenne d'individus occupant l'estuaire maritime soit similaire entre l'automne et l'hiver (64 % contre 63 %), une diminution marquée a été observée dans l'utilisation de l'estuaire moyen par rapport à l'été (44 %) alors que seulement 21 % des individus se trouvant dans l'estuaire moyen à l'automne et 5 % en hiver. Les estimations de densité par noyaux suggèrent que ce déclin serait associé à une utilisation réduite des habitats situés à l'ouest de La Malbaie. En revanche, une augmentation de l'utilisation a été observée pour les habitats en aval de l'aire d'estivage, c'est-à-dire à l'est de Colombier/Rimouski. La proportion de la population utilisant ce secteur est passée de 10 à 21 % de l'automne à l'hiver, et de 14 à 32 % pour le noGSL (tableau 3). Pendant l'hiver, un continuum de densités de noyaux de 50 % a été observé dans tout l'estuaire maritime, avec des regroupements supplémentaires dans le noGSL à l'ouest de Sept-Îles/Rivière-à-Claude (figure 8).

Au printemps, un déplacement vers l'ouest de la répartition des bélugas est observé, avec une moyenne de 36 % de la population retournant dans l'estuaire moyen et 17 % de la population restant à l'est de l'aire d'estivage, dont 2 % dans le noGSL (tableau 3). Les données des relevés suggèrent que la répartition des bélugas est la plus concentrée à cette période de l'année, cependant, la petite taille de l'échantillon pour les relevés printaniers ($n = 6$) appelle à la prudence pour l'interprétation de ces résultats et des densités des noyaux. Au printemps, les contours de densité du noyau à 50 % étaient dispersés et indiquaient des zones de regroupement entre la Battures aux Loups Marins et Kamouraska dans l'estuaire moyen, au large de l'embouchure de la rivière Saguenay, à l'ouest de l'île Verte, et dans le chenal Laurentien entre Les Escoumins et Rivière-aux-Outardes (figure 8).

Dans la rivière Saguenay, les densités de bélugas ont généralement culminé près de Baie-Sainte-Marguerite et à proximité ou en aval du Cap de la Boule pendant toutes les saisons, sauf en hiver où les bélugas n'ont été observés que dans ce dernier secteur (figure 5).

Dans l'ensemble, l'analyse spatiale des densités de bélugas indique que le cœur de la répartition des bélugas de l'ESL demeure à l'intérieur des limites de l'ESL toute l'année et que les bélugas utilisent également la partie aval de la rivière Saguenay pendant toutes les saisons.

DISCUSSION

Cette étude a examiné la répartition saisonnière et l'utilisation de l'habitat des bélugas de l'ESL à l'aide des données obtenues au moyen de relevés aériens systématiques visuels et photographiques par transects linéaires réalisés sur une période de 35 ans. L'étendue spatio-temporelle de cet ensemble de données nous a permis d'examiner comment la répartition estivale a évolué au cours des dernières décennies. Ces données nous ont également aidés à comprendre les tendances de répartition de la population dans toute son aire de répartition pendant toute l'année, ce qui nous a permis de mieux quantifier les changements saisonniers potentiels vers l'estuaire maritime et le noGSL en dehors des mois d'été, et d'évaluer l'importance des différentes parties de l'écosystème du Saint-Laurent pour cette population tout au long de l'année.

La couverture des relevés aériens a été conçue de manière à englober toute l'étendue de l'aire de répartition saisonnière présumée des bélugas de l'ESL, telle qu'elle est déterminée par les données historiques et les observations plus récentes. La couverture des relevés d'été était limitée à l'ESL, où la population est connue pour se concentrer à cette période de l'année. Les observations opportunistes de bélugas ont été rares à l'extérieur de l'ESL, et seuls quelques individus ont été détectés malgré l'effort de relevé intensif récemment déployé dans l'est du Canada, en particulier dans le GSL (Lawson et Gosselin 2009, Lesage *et al.* 2024a, St-Pierre *et al.* 2024c), ce qui suggère que la couverture des relevés pour cette saison était adéquate.

En automne, en hiver et au printemps, notre couverture du relevé a été étendue au GSL. Comme l'aire de répartition de la population en dehors de l'été n'était pas bien connue, nous avons cherché à étendre l'effort de relevés à l'ensemble du nord du GSL au cours des hivers 2013 et 2014. Cependant, des conditions météorologiques défavorables et des contraintes logistiques ont empêché de couvrir complètement cette zone, ce qui nous a amenés à prioriser les zones où des bélugas avaient été signalés dans le passé. À l'exception de six relevés supplémentaires menés dans l'ESL à l'hiver 2014, tous les relevés effectués en automne, en hiver et au printemps couvraient l'ESL et, du moins en partie, le noGSL. Ces relevés comprenaient également des parties de l'aire de répartition historique de la population, se concentrant principalement sur les zones extracôtières près de la péninsule gaspésienne et de la baie des Chaleurs, bien que moins d'efforts aient été consacrés à la baie des Chaleurs à l'automne. Le nord-est du GSL a également fait l'objet de deux relevés partiels, au cours des hivers de 2013 et de 2014.

Des bélugas ont été détectés dans l'ESL lors de chaque relevé et ont été régulièrement observés dans le noGSL, en particulier pendant l'hiver. Les observations étaient rares au large de Gaspé, des bélugas ayant été enregistrés dans un seul relevé d'automne, et étant absents de la baie des Chaleurs. Malgré une couverture limitée du détroit d'Honguedo, juste au sud d'Anticosti, des bélugas ont été régulièrement observés dans cette zone, du moins en hiver (aucun relevé n'y a été effectué durant les autres saisons). L'effort de relevé inégal et les lacunes dans la couverture introduisent des incertitudes dans notre compréhension des modèles saisonniers de répartition de la population à fine échelle. Néanmoins, la couverture répétée de l'ESL et du noGSL, ainsi que l'effort accru dans l'ESL au cours de l'hiver 2014, fournissent des données robustes permettant de comprendre la répartition hivernale de la population. Cependant, le nombre limité de relevés effectués à l'automne ($n = 7$) et au printemps ($n = 6$) impose la prudence dans l'interprétation des résultats, tant pour les analyses d'abondance que spatiales relatives à ces saisons.

Bien que les observations opportunistes à l'extérieur de nos zones de relevé aient été peu nombreuses (Lesage *et al.* 2024a), elles indiquent qu'une partie de la population pourrait ne pas avoir été observée par nos relevés d'automne, d'hiver et de printemps. Cependant si une partie de la population n'a pas été survolée, elle est probablement petite, comme le suggère la comparaison des estimations d'abondance saisonnière. Bien que la correction du biais de disponibilité ait amélioré nos estimations de l'abondance, l'absence de données portant sur le comportement de plongées propres aux conditions environnementales et au comportement des bélugas qui prévalent pendant l'automne, l'hiver et le printemps reste une limite de notre étude. Le comportement de plongée des bélugas peut varier selon la profondeur des fonds marins (Lesage *et al.* 2024b) ainsi que selon les habitats saisonniers et les caractéristiques de ceux-ci (Bailleul *et al.* 2012, Citta *et al.* 2013, Storrie *et al.* 2022). La compréhension du comportement de plongée saisonnier des bélugas dans diverses parties de leur habitat annuel et ses effets sur la probabilité de détection lors des relevés aériens permettrait de mieux estimer l'abondance saisonnière de la population dans divers secteurs, et donc la répartition spatiale de la population (voir Lesage *et al.* 2024b).

Une autre source de biais dans notre estimation de l'utilisation de l'habitat provient des dénombrements au Saguenay. L'approche que nous avons proposée pour estimer le nombre de bélugas dans la rivière Saguenay a fourni une méthodologie systématique et reproductible. Cependant, cette approche n'a appliqué qu'une correction minimale pour la disponibilité, en estimant le plus grand nombre d'animaux uniques observés au cours de deux relevés successifs (en amont et en aval de la rivière). Cette correction supposait que tous les bélugas présents ont été observés dans le cadre de l'un de ces deux relevés, ce qui est peu probable en raison de la profondeur de la rivière. Une analyse plus approfondie des dénombrements dans la

rivière Saguenay, y compris l'élaboration de corrections spécifiques au biais de disponibilité propres à ce secteur, pourrait être nécessaire à l'avenir afin de mieux évaluer l'importance saisonnière de cette zone pour les bélugas de l'ESL.

L'estimation de la densité par noyaux permet de définir la répartition et la densité d'une espèce dans son aire de répartition (Worton 1995). Toutefois, combiner les données de différents relevés en une seule analyse, nécessite généralement que l'effort de relevé soit uniforme dans toute la zone étudiée. Malheureusement, dans le cas des bélugas de l'ESL, la couverture spatiale a varié selon les relevés et les saisons. Pour surmonter ce problème et éviter la perte d'information, nous avons développé une approche qui pondère la répartition spatiale en fonction de la couverture temporelle et spatiale de la zone. La superposition de cartes de densité des noyaux nous a permis de déterminer les zones qui étaient utilisées de manière répétée dans les relevés, à la fois au cours des saisons et entre les saisons, et de caractériser les modèles de répartition saisonnière des bélugas de l'ESL. L'analyse a délimité des régions d'importance variée où les contours du noyau à 50 % ont mis en évidence des zones où les bélugas étaient constamment observés année après année, et où les contours du noyau à 75 % représentaient des zones utilisées plus occasionnellement ou pendant des périodes plus courtes (comportement de transit par exemple), ou par des densités moindres d'animaux, alors que le contour du noyau à 95 % délimite probablement le domaine vital ou l'étendue saisonnière de la population.

L'examen visuel des cartes de répartition obtenues suggère que les schémas de répartition saisonnière observés dans l'ESL et le GSL concordent en grande partie avec les connaissances antérieures sur la répartition des bélugas dans l'ensemble de son aire de répartition annuelle. Comme il a été documenté dans des études antérieures, les bélugas ont été observés de façon quasi continue dans l'ESL en été, depuis les Battures aux Loups Marins jusqu'à Colombier/Rimouski, avec une aire de répartition centrée sur la rivière Saguenay et jusqu'à Baie-Sainte-Marguerite, ou légèrement en amont (île St-Louis) dans la rivière Saguenay (Michaud 1993; Mosnier *et al.* 2016; Simard *et al.* 2023). L'étendue de l'habitat d'été est demeurée inchangée entre 1990 et 2022. De plus, la plupart des zones utilisées intensivement en été (contours du noyau à 50 % de la population) entre 1990 et 2009 ont continué de l'être entre 2014 et 2022, ce qui indique une forte fidélité à ces secteurs qui sont probablement essentiels au maintien de la population. Cette stabilité relative de la répartition estivale au fil des décennies est également appuyée par les données acoustiques (Simard *et al.* 2023). Cependant, nos analyses ont également révélé que la répartition des bélugas de l'ESL dans leur aire d'estivage a changé au cours de la dernière décennie, avec un déclin notable de l'utilisation des habitats situés à l'extrémité ouest de leur aire de répartition, et une augmentation concomitante de l'utilisation des habitats situés plus en aval dans l'estuaire maritime, entre Saint-Simon/Les Escoumins et Colombier/Rimouski. Bien que certains relevés récents aient été effectués plus tôt que lors de la période précédente (fin juillet par rapport à août-début septembre), cette différence dans la période du relevé n'explique pas le changement observé, car les changements dans l'aire de répartition demeurent visibles même lorsque les relevés de juillet sont exclus de l'analyse. Les preuves de ce changement sont également confirmées par des études sur le régime alimentaire, qui indiquent une dépendance accrue aux proies de l'estuaire maritime au cours des dernières années (Rioux *et al.* 2023; Cabrol *et al.* 2025). Les relevés photographiques, qui permettent d'identifier les veaux de 0 à 1 an, indiquent que les femelles avec des veaux contribuent au changement observé dans la répartition. Les raisons qui expliquent cette modification dans la répartition de la population sont incertaines. Les conditions environnementales ont considérablement changé dans l'ESL et le GSL, où des températures de l'eau exceptionnellement chaudes ont été observées depuis 2010 (Plourde *et al.* 2014; Galbraith *et al.* 2022). On ignore si ces conditions plus chaudes pendant l'été ont eu une incidence sur la disponibilité des proies dans l'estuaire moyen, où l'eau est

particulièrement peu profonde, ou si elles pourraient causer un inconfort physiologique pour les bélugas, une espèce de l'Arctique.

Les bélugas utilisaient l'ESL toute l'année, de Kamouraska/Saint-Fidèle à Colombier/Rimouski et le secteur en aval du Cap de la Boule dans la rivière Saguenay comme zone principale. Des déplacements saisonniers ont été observés, correspondant aux données historiques ainsi qu'aux observations plus récentes obtenues par surveillance visuelle terrestre et acoustique passive (Vladykov 1944; Pippard et Malcom 1978; Michaud et Chadenet 1990; Michaud 1992; Chadenet 1997; Conversano *et al.* 2017; Simard *et al.* 2023). Notre couverture systématique de l'estuaire maritime et du noGSL appuie également les observations historiques qui indiquent que la répartition du béluga s'étend au-delà des zones côtières (Vladykov 1944; MPO 2012). Pendant l'automne et l'hiver, des bélugas ont été détectés dans les zones extracôtières de l'estuaire maritime et du noGSL. De plus, les observations enregistrées dans le cadre des relevés printaniers dans le nord du GSL en 2014 et 2018 indiquent qu'une partie de la population est demeurée ou s'est déplacée occasionnellement dans cette région pendant cette saison. Dans le cadre de notre étude, les bélugas utilisaient régulièrement l'estuaire moyen pendant l'hiver, ce qui indique qu'une plus grande proportion de la population que ce que l'on croyait auparavant pourrait utiliser cette zone pendant l'hiver. De même, Simard et ses collaborateurs (2023) ont signalé une augmentation des vocalisations dans cette zone en mars, ce qui pourrait refléter le retour des bélugas dans cette zone. Des observations opportunistes signalées dans la partie la plus en amont de l'estuaire moyen tout au long de l'année appuient également l'utilisation de cette zone toute l'année (Lesage *et al.* 2024a). Il n'est pas connu si l'utilisation de l'estuaire moyen pendant l'hiver est un comportement habituel de la population ou si il résulte d'un changement récent dans la couverture de glace de mer dans la région, étant donné que notre série chronologique a débuté en 2012, donc après le réchauffement général de l'écosystème. La couverture de glace est considéré comme un facteur clé influençant les déplacements saisonniers des bélugas (Barber *et al.* 2001). La tendance au réchauffement de la température de l'eau dans l'écosystème du Saint-Laurent observée au cours des dernières décennies a entraîné un retard de la formation et une réduction de l'étendue de la glace de mer (Galbraith *et al.* 2022), des facteurs qui pourraient avoir contribué à l'utilisation accrue de l'estuaire moyen en l'hiver. Le moment auquel les relevés ont été réalisés peut également avoir influencé ces observations, puisque la plupart des observations hivernales dans l'estuaire moyen ont eu lieu en mars, c'est-à-dire à l'approche du printemps. L'examen visuel des cartes des glaces a révélé que les observations de bélugas dans l'estuaire moyen en automne et en hiver correspondaient à des zones de faible couverture de glace. Des analyses supplémentaires sont nécessaires pour évaluer de quelle façon les facteurs environnementaux comme la glace de mer influencent la répartition saisonnière des bélugas de l'ESL.

Dans une étude précédente, des densités de noyaux obtenues à partir des relevés aériens effectués avant 2010 ont été utilisées dans un exercice de modélisation spatiale visant à relier la répartition des bélugas de l'ESL aux variables environnementales (Mosnier *et al.* 2016). Cependant, aucune relation significative n'a été trouvée, possiblement en raison de la résolution des données environnementales disponibles pour l'ESL, qui était probablement trop faible pour représenter avec précision cet écosystème très dynamique et hétérogène, ainsi que la variété d'habitats utilisés par les bélugas. De plus, les informations sur la répartition des proies était soit absente, soit incompatible avec la couverture spatiale et temporelle de la zone étudiée. Comme la disponibilité des données ne s'est pas améliorée dans cette région, nous n'avons pas tenté de reproduire ce genre d'analyse dans le cadre de la présente étude. La comparaison avec d'autres sources de données peut cependant fournir un aperçu des fonctions écologiques des zones utilisées par les bélugas de l'ESL. Plusieurs des zones identifiées par les cartes de densité de noyau de notre étude comme étant utilisées intensivement par les bélugas en été

servent probablement à la quête de nourriture ou aux déplacements, car elles correspondent à des zones de forte résidence (c'est-à-dire une zone géographique où les individus ou les troupeaux passent un temps disproportionné, comme l'indiquent les données de suivi ou de déplacement à petite échelle) et à des couloirs de déplacement identifiés grâce à des études comportementales menées entre 1989 et 2016 (figure 13 et figure 14; Lemieux-Lefebvre *et al.* 2012, Ouellet *et al.* 2021; Barreau *et al.* accepté). Ces zones devraient donc être considérées comme des habitats importants pour la population. Pour approfondir nos connaissances, il serait important d'évaluer les caractéristiques de l'habitat des zones principales identifiées dans cette étude, car ces données pourraient aider à estimer la qualité et la disponibilité des ressources nécessaires pour soutenir les processus vitaux propres aux bélugas de l'ESL. De plus, des données télémétriques plus récentes aideraient à quantifier le changement d'utilisation de l'habitat des bélugas dans l'ESL au cours des dernières années et à déterminer les fonctions des différentes zones que nous avons identifiées comme importantes au cours des autres saisons. En tant qu'espèce inscrite en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* du Canada, les bélugas de l'ESL bénéficient de la protection juridique de son habitat essentiel. Les cartes présentées ici sont fondées sur des relevés systématiques qui couvraient une région englobant l'aire de répartition de la population pour toutes les saisons. Il s'agit de la représentation la plus précise et la plus étendue de l'aire de répartition du béluga de l'ESL actuellement disponible, et d'une source d'information essentielle à l'élaboration de mesures de conservation efficaces.

REMERCIEMENTS

Nous remercions tous les observateurs de mammifères marins pour leur temps consacré dans les avions, tous les lecteurs de photos pour leur patience lors de la lecture des photographies, l'équipage des nombreux aéronefs qui ont gardé les avions sur les transects et nous ont ramenés à la maison en toute sécurité, Hauts-Monts Inc., Hicks and Lawrence, Montmagny Air Services Ltd, PAL Airlines et SASAIR pour le soutien aérien. Nous sommes particulièrement reconnaissants aux experts qui forment le Comité national d'examen par les pairs sur les mammifères marins pour leurs avis et commentaires qui ont contribué à améliorer les analyses de cette étude et la qualité de ce manuscrit. Les relevés et la présente analyse ont été appuyés financièrement par différents programmes au fil des ans: le Plan d'action du Saint-Laurent, le Plan d'action du Saint-Laurent – Vision 2000, le programme des espèces en péril, le Fonds pour les relevés scientifiques des écosystèmes et Parcs Canada.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Bailey, R.J.F., Able, K., et Leggett, W.C. 1977. Seasonal and vertical distribution and growth of juvenile and adult capelin (*Mallotus villosus*) in the St Lawrence Estuary and western Gulf of St Lawrence. *J. Fish. Res. Bd Can.* 34: 2030–2040.
- Bailleul, F., Lesage, V., Power, M., Doidge, D.W. et Hammill, M.O. 2012. Migration phenology of beluga whales in a changing Arctic. *Clim. Res.* 53: 169–178.
- Barber, D.G., E. Saczuk et P.R. et Richard. 2001. Examination of beluga-habitat relationships through the use of telemetry and a Geographic Information System. *Arctic* 54:305-316.
- Barreau, E., Lesage, V., Michaud, R., Senecal, J-F., Chion, C., et Dupuch, A. Accepté. 30 years of herd follows reveal the functions of important habitats identified for the endangered St. Lawrence Estuary beluga. *Endanger. Species Res.*

-
- Benhamou, S. et Cornelis, D. 2010. Incorporating Movement Behavior and Barriers to Improve Biological Relevance of Kernel Home Range Space Use Estimates. *J. Wildl. Manage.* 74: 1353–1360.
- Bérubé, S. et Lambert, J.-D. 1997. Suivi ichthyologique dans l'estuaire du Saint-Laurent (1986-1995). *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 2171: viii + 57 p.
- Bérubé, S. et Lambert, J.-D. 1999. Communautés ichthyennes côtières de l'estuaire du Saint-Laurent en 1996 et 1997: suite du suivi ichthyologique (1986-1995). *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 2281: ix + 62 p.
- Boivin, Y., et INESL. 1990. Survol aérien pour l'estimation de la distribution saisonnière et des déplacements des bélugas, INESL, Montréal, Québec. 91 p. Available from Institut National d'Écotoxicologie du Saint-Laurent, 5040 Mentana, Montreal, QC, CAN. H2J 3C3.
- Bonnell, T. R., Michaud, R., Dupuch, A., Lesage, V., et Chion, C. 2022. [Extracting spatial networks from capture-recapture data reveals individual site fidelity patterns within a marine mammal's spatial range](#). *Ecol. Evol.* 12, e8616.
- Cabrol, J., Lesage, V. et Rioux, È. 2025. [Changing ecosystems promote generalism and enhanced heterogeneity in diet composition in the endangered St. Lawrence Estuary beluga](#). *Sci. Rep.* 15, 6239 (2025).
- Caron, L. M. J., et Smith, T. G. 1990. Philopatry and site tenacity of belugas, *Delphinapterus leucas*, hunted by the Inuit at the Nastapoka estuary, eastern Hudson Bay. *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.* 224: 69–79.
- Chadenet, V. 1997. Fréquentation et bilan d'activité du béluga, *Delphinapterus leucas*, du Saint-Laurent dans la Baie Sainte-Marguerite. M.Sc. Thesis. Département de biologie. Université Laval, Québec. 75 p.
- Citta, J.J., Suydam, R.S., Quakenbush, L.T., Frost, L.J., et O'Corry-Crowe, G. 1993. Dive Behavior of Eastern Chukchi Beluga Whales (*Delphinapterus leucas*), 1998–2008}. *Arctic* 6:389-406.
- Conversano, M., Turgeon, S., et Ménard, N. 2017. Caractérisation de l'utilisation de l'embouchure du Saguenay et de la baie Sainte-Marguerite par le béluga du Saint-Laurent et par le trafic maritime entre 2003 et 2016. Analyse des données d'observation terrestre et recommandations sur les mesures de gestion visant à réduire le dérangement dans les aires de haute résidence du béluga dans le parc marin du Saguenay– Saint-Laurent. Parcs Canada, Tadoussac, 122 p.
- COSEPAC. 2014. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le béluga (*Delphinapterus leucas*), population de l'estuaire du Saint-Laurent, au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xiv + 73 p
- COSEPAC. 2016. Unités désignables du béluga (*Delphinapterus leucas*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. 84 pp.
- Fortier, L., et Gagné, J.A. 1990. Larval herring (*Clupeas harengus*) dispersion, growth and survival in the St. Lawrence estuary: Match/Mismatch or Membership/Vagrancy? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 1898-1912.
- Galbraith, P.S., Chassé, J., Dumas, J., Shaw, J.-L., Caverhill, C., Lefavre, D. et Lafleur, C. 2022. [Conditions océanographiques physiques dans le golfe du Saint-Laurent en 2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/034. iv + 85 p.
-

-
- Gosselin, J.-F., Hammill, M.O., Mosnier, A. et Lesage, V. 2017. [Abundance index of St. Lawrence Estuary beluga, *Delphinapterus leucas*, from aerial visual surveys flown in August 2014 and an update on reported deaths](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec., Res. Doc. 2017/019. iv + 28 p.
- Greendale, R. et H. Powles. 1980. La pêche côtière au hareng en Gaspésie, 1970-1978. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 945: 58 p.
- Harington, C.R. 2008. The evolution of Arctic marine mammals. Ecol. Appl. 18:S23-S40.
- Hauser, D.D.W., Laidre, K.L., Stafford, K.M., Stern, H.L., Suydam, R.S. et Richard, P.R. 2017. Decadal shifts in autumn migration timing by Pacific Arctic beluga whales are related to delayed annual sea ice formation. Global Change Biol. 23: 2206-2217.
- Kingsley, M.C.S. et Gauthier, I. 2002. Visibility of St. Lawrence belugas to aerial photography, estimated by direct observation. NAMMCO Sci. Publ. 4: 259-270.
- de Lafontaine, Y., Gagnon, P. et Côté, B. 2010. Abundance and individual size of the American eel (*Anguilla rostrata*) in the St. Lawrence River over the past four decades. Hydrobiologia. 2010. 647: 185.
- Laake, J., Borchers, D., Thomas, L., Miller, D. et Bishop, J. 2013. mrds: Mark-Recapture Distance Sampling (mrds). R package version 2.1. 5.
- Lawson, J.W., et Gosselin, J.-F. 2009. [Distribution and preliminary abundance estimates for cetaceans seen during Canada's marine megafauna survey - A component of the 2007 TNASS](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec., Res. Doc. 2009/031. vi + 28 p.
- Lemieux Lefebvre, S., Michaud, R., Lesage, V. et Berteaux, D. 2012. Identifying high residency areas of the threatened St. Lawrence beluga whale from fine-scale movements of individuals and coarse-scale movements of herds. Mar. Ecol. Prog. Ser. 450: 243-257.
- Lesage, V. 2017. St. Lawrence Estuary Beluga. A science based review of recovery actions for three at-risk whale populations. Report prepared for Fisheries and Oceans Canada, Ottawa. 64 p.
- Lesage, V., Gosselin, J.-F., Hammill, M., Kingsley, M.C.S. et J. Lawson. 2007. [Ecologically and Biologically Significant Areas \(EBSAs\) in the Estuary and Gulf of St. Lawrence – A marine mammal perspective](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec., Res. Doc. 2007/046. iv + 92 p.
- Lesage, V., Harvey, V., Tinker, M.T., St-Pierre, A.P., Aulancier, F., Lair, S., Hammill, M., Simard, Y., Brown, T., Mosnier, A., Rioux, É., Cabrol, J., Gosselin, J.-F. 2024a. [Évaluation du potentiel de rétablissement du béluga \(*Delphinapterus leucas*\) de l'estuaire du Saint-Laurent](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2024/062. iv + 69 p.
- Lesage, V., Wing, S., Zuur, A.F., Gosselin, J.-F., Tinker, M.T., Mosnier, A., St-Pierre, A. P., Michaud, R. et Berteaux D. 2024b. Environmental, behavioral, and design-related factors affect accuracy and precision of beluga abundance estimates from aerial surveys. Front. Mar. Sci. 11: 1289220.
- Marques, F. F. et Buckland, S. T. 2003. Incorporating covariates into standard line transect analyses. Biometrics 59: 924-935.
- Michaud, R. 1992. Fréquentation de la Baie Sainte-Marguerite par le béluga du Saint-Laurent (*Delphinapterus leucas*). INESL, Rimouski (Qc) pour le Ministère des Pêches et des Océans, Mont-Joli (Qc). Contrat # FP 707 1 5171. 34 p.
- Michaud, R. 1993. Distribution estivale du béluga du St-Laurent; synthèse 1986-1992. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1906: vi + 28 p.
-

-
- Michaud, R. et Chadenet, V. 1990. Survol aérien pour l'estimation de la distribution printanière et des déplacements des bélugas du Saint-Laurent. Préparé par l'Institut National d'Écotoxicologie du Saint-Laurent, pour Pêches et Océans Canada. 36p.
- Michaud, R., Vézina, A., Rondeau, N., et Vigneault, Y. 1990. Distribution annuelle et caractérisation préliminaire des habitats du béluga (*Delphinapterus leucas*) du Saint-Laurent. Rap. tech. can. sci. halieut. aquat. 1759: v+31 p.
- Montana, L., Bringloe, T.T., Bourret, A., Sauvé, C., Mosnier, A., Ferguson, S. H., Postma, L., Lesage, V., Watt, C. A., Hammill, M. O., et Parent, G. J. 2024. Reduced representation and whole-genome sequencing approaches highlight beluga whale populations associated to eastern Canada smmer aggregations. *Evol. Appl.* 17(12), e70058.
- Mosnier, A., Lesage, V., Gosselin, J.-F., Lemieux Lefebvre, S., Hammill, M. O., et Doniol-Valcroze, T. 2010. [Information relevant to the documentation of habitat use by St. Lawrence beluga \(*Delphinapterus leucas*\), and quantification of habitat quality](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec., Res. Doc. 2009/098. iv + 35 p.
- Mosnier, A., Larocque, R., Lebeuf, M., Gosselin, J.-F., Dubé, S., Lapointe, V., Lesage, V., Lefavre, D., Senneville, S., et Chion, C. 2016. [Définition et caractérisation de l'habitat du béluga \(*Delphinapterus leucas*\) de l'estuaire du Saint-Laurent selon une approche écosystémique](#). Secr. can. consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2016/052. vi + 93 p.
- MPO. 2012. Programme de rétablissement du béluga (*Delphinapterus leucas*), population de l'estuaire du Saint-Laurent au Canada, Série de Programmes de rétablissement de la *Loi sur les espèces en péril*, Pêches et Océans Canada, Ottawa, 93 + XI p.
- MPO. 2022. Rapport sur les progrès de la mise en œuvre du programme de rétablissement du béluga (*Delphinapterus leucas*), population de l'estuaire du Saint-Laurent au Canada, pour la période 2012 à 2019. Série de rapports sur les programmes de rétablissement prévue dans la *Loi sur les espèces en péril*. Pêches et Océans Canada, Ottawa. iv + 77 p.
- Niemi, A., Ferguson, S., Hedges, K., Melling, H., Michel, C., Ayles, B., Azetsu-Scott, K., Coupel, P., Deslauriers, D., Devred, E., Doniol-Valcroze, T., Dunmall, K., Eert, J., Galbraith, P., Geoffroy, M., Gilchrist, G., Hennin, H., Howland, K., Kendall, M., Kohlbach, D., Lea, E., Loseto, L., Majewski, A., Marcoux, M., Matthews, C., McNicholl, D., Mosnier, A., Mundy, C.J., Ogloff, W., Perrie, W., Richards, C., Richardson, E., Reist, R., Roy, V., Sawatzky, C., Scharffenberg, K., Tallman, R., Tremblay, J.-É., Tufts, T., Watt, C., Williams, W., Worden, E., Yurkowski, D., et Zimmerman, S. 2019. State of Canada's Arctic Seas. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3344: xv + 189 p.
- O'Corry-Crowe, G., Suydam, R., Quakenbush, L., Potgieter, B., Harwood, L., Litovka, D., Ferrer, T., Citta, J., Burkanov, V., Frost, K., et Mahoney, B. 2018. Migratory culture, population structure and stock identity in North Pacific beluga whales (*Delphinapterus leucas*). *PLoS ONE* 13: e0194201
- Ouellet, J.-F., Michaud, R., Moisan, M., et Lesage, V. 2021. Estimating the proportion of a beluga population using specific areas from connectivity patterns and abundance indices. *Ecosphere* 12: e03560.
- Pippard, L. 1985. Status of the St. Lawrence River population of beluga, *Delphinapterus leucas*. *Can. Field-Nat.* 99:438-450.
-

-
- Pippard, L. et Malcolm, H. 1978. White whales (*Delphinapterus leucas*): observations on their distribution, population and critical habitats in the St. Lawrence and Saguenay Fjords. The Department of Indian and Northern Affairs, Parks Canada. Manusc. Rep. 159 p. Available at : Institut Maurice Lamontagne, P.O. Box 1000, 850 Route de la mer, Mont-Joli, QC, CAN, G5H 3Z4.
- Powell, L. A. 2007. Approximating variance of demographic parameters using the delta method: a reference for avian biologists. *The Condor* 109: 949-954.
- Plourde, S., Galbraith, P., Lesage, V., Grégoire, F., Bourdages, H., Gosselin, J.-F., McQuinn, I., et Scarratt, M. 2014. [Ecosystem perspective on changes and anomalies in the Gulf of St. Lawrence: a context in support of the management of the St. Lawrence beluga whale population](#). DFO Can. Sci. Advis. Secr. Res. Doc. 2013/129. v + 29 p.
- QGIS Development Team. 2021. [QGIS Geographic Information System](#). Open Source Geospatial Foundation Project.
- R Development Core Team. 2018. [R: A language and environment for statistical computing](#). R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rioux, E., Cabrol, J., et Lesage, V. 2023. [Long-term evolution of the structure of the St. Lawrence \(Canada\) marine ecosystem in the context of climate change and anthropogenic activities: an isotopic perceptive](#). *Ecol. Evol.* 13(11):e10740.
- Seber, G. A. F. 1982. The estimation of animal abundance and related parameters. 2nd ed. Chapman, London and Macmillan, New York.
- Sears, R. et Williamson, J.M. 1982. A preliminary aerial survey of marine mammals for the Gulf of the St Lawrence to determine their distribution and relative abundance. Parks Canada Contract #81-1272. Mingan Island Cetacean Study (MICS Project M06), Falmouth, MA and Sept-Iles, Quebec. Available at : Institut Maurice Lamontagne, C.P. 1000 / P.O. Box 1000, 850 Route de la mer, Mont-Joli, QC, CAN, G5H 3Z4.
- Simard, Y., Giard, S., Roy, N., Aulancier, F., et Lesage, V. 2023. Mesoscale habitat use by St. Lawrence Estuary beluga over the annual cycle from an acoustic recording network. *J. Acoust. Soc. Am.* 154: 635–649.
- St-Pierre, A.P., Lesage, V., Mosnier, A., Tinker, M.T. et Gosselin, J.-F. 2024a. [Estimations de l'abondance estivale du béluga \(*Delphinapterus leucas*\) dans l'estuaire du Saint-Laurent basées sur 52 relevés visuels et 11 relevés photographiques réalisés de 1990 à 2022](#). Secr. can. des avis sci. du MPO, doc. de rech. 2023/048. v + 86 p.
- St-Pierre, A.P., Gosselin, J.-F., Mosnier, A., Sauvé, C. et Hammill, M.O. 2024b. [Estimation de l'abondance du béluga \(*Delphinapterus leucas*\) dans la baie James et la région des îles Belcher-est de la baie d'Hudson à l'été 2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2023/040. iv + 40 p.
- St-Pierre, A.P., Koll-Egyed, T., Harvey, V., Lawson, J.W., Sauvé, C., Ollier, A., Goulet, P.J., Hammill, M.O., et Gosselin, J.F. 2024c. [Distribution de la baleine noire de l'Atlantique Nord, *Eubalaena glacialis*, dans l'est du Canada basé sur des relevés aériens par transects effectués entre 2017 et 2022](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2024/059. iv + 70 p
- Stewart, B.E., and R.E. Stewart. 1989. *Delphinapterus leucas*. *Mamm. Sp.* 336:1-8
- Storrie, L., Hussey, N.E., MacPhee, S.A., O'Corry-Crowe, G., Iacozza, J., Nunes, A., et Loseto, L.L. 2022. [Year-Round Dive Characteristics of Male Beluga Whales From the Eastern Beaufort Sea Population Indicate Seasonal Shifts in Foraging Strategies](#). *Front. Mar. Sci.* 8.
-

-
- Tinker, M.T., Mosnier, A., St-Pierre, A.P., Gosselin, J.-F., Lair, S., Michaud, R. et Lesage, V. 2024. [Modèle de population intégrée des bélugas \(*Delphinapterus leucas*\) de l'estuaire du Saint-Laurent](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2023/047. iv + 65 p.
- Turgeon, J., Duchesne, P., Colbeck, G.J., Postma, L.D., et Hammill, M.O. 2012. Spatiotemporal segregation among summer stocks of beluga (*Delphinapterus leucas*) despite nuclear gene flow: implication for the endangered beluga in eastern Hudson Bay (Canada). *Conserv. Genet.* 13: 419–433.
- Worton, B. J. 1995. Using Monte Carlo simulation to evaluate kernel-based home range estimators. *J. Wildlife Manage.* 59:794–800.
- Vladykov, V.D. 1944. Études sur les mammifères marins III. Chasse, biologie et valeur économique du marsouin blanc ou béluga (*Delphinapterus leucas*) du fleuve Saint-Laurent. Département des Pêcheries, Province de Québec 14. 191 p.
- Vladykov, V.D. 1946. Études sur les mammifères aquatiques. IV. Nourriture du marsouin blanc (*Delphinapterus leucas*) du fleuve Saint-Laurent. Département des pêcheries de la province de Québec. 129 p.

TABLEAUX

Tableau 1. Effort de relevé et nombre de bélugas ou de groupes de bélugas détectés dans chaque strate dans le cadre des relevés aériens visuels et photographiques systématiques par transects linéaires effectués dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent durant l'été (1990-2022, 1990-2009 et 2014-2022) et les autres saisons (2012-2023). Les chiffres entre parenthèses indiquent les valeurs minimales et maximales enregistrées pour chaque période, tandis que les chiffres en gras représentent la statistique globale pour chaque période.

Saison	Strate	Nombre de relevés	Groupe		Individus	
			Nombre	Moyenne	Nombre	Moyenne
Été						
1990 – 2022	1	60	6 032	101 (23 – 287)	13 720	229 (44 – 471)
	2	15	58	3 (0 – 24)	313	20 (0 – 140)
	-	60	6 990	102 (23 – 287)	14 033	234 (44 – 471)
1990 – 2009	1	35	3 536	101 (23 – 287)	6 936	198 (44 – 311)
	2	3	17	6 (0 – 17)	27	9 (0 – 27)
	-	35	3 553	102 (23 – 287)	6 963	199 (44 – 311)
2014 – 2022	1	25	2 496	100 (34 – 185)	6 784	271 (58 – 471)
	2	12	41	3 (0 – 24)	286	24 (0 – 140)
	-	25	2 537	101 (36 – 185)	7 070	283 (60 – 471)
Automne	1	7	224	32 (6 – 67)	551	79 (9 – 184)
	2	7	14	2 (0 – 8)	49	7 (0 – 26)
	3	6	3	1 (0 – 3)	4	1 (0 – 4)
	5	6	0	0 (0 – 0)	0	0 (0 – 0)
	-	7	241	34 (6 – 68)	604	86 (9 – 202)
Hiver	1	21	653	(–)	1 752	(–)
	2	14	122	(–)	382	(–)
	3	13	0	0 (0 – 0)	0	0 (0 – 0)
	4	2	0	0 (0 – 0)	0	0 (0 – 0)
	5	10	0	0 (0 – 0)	0	0 (0 – 0)
	6	1	0	0 (0 – 0)	0	0 (0 – 0)
	7	2	2	1 (0 – 2)	9	5 (0 – 9)
	8	1	0	0 (0 – 0)	0	0 (0 – 0)
	-	21	777	37 (8 – 69)	2 143	102 (20 – 242)
Printemps	1	6	260	43 (11 – 99)	621	103 (27 – 190)
	2	6	4	1 (0 – 3)	17	3 (0 – 16)
	3	5	0	0 (0 – 0)	0	0 (0 – 0)
	5	5	0	0 (0 – 0)	0	0 (0 – 0)
	-	6	264	44 (11 – 102)	638	106 (27 – 203)

Tableau 2. Estimations entièrement corrigées de l'abondance des bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent, présentées par année de relevé pour l'automne, l'hiver et le printemps.

Année	Saison	Strates couvertes	Estimation de l'abondance (CI 95 %)	CV
2012	Automne	1, 2, 3	4 593 (1 652 – 1 277)	0,56
2013	Hiver	1, 2, 3, 4, 5, 7	1 529 (670 – 3 490)	0,44
	Printemps	1, 2	1 689 (478 – 5 971)	0,78
2014	Automne	1, 2, 3	263 (83 – 833)	0,64
	Hiver	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	1 452 (1 028 – 2 050)	0,18
	Printemps	1, 2, 3, 5	3 667 (1 886 – 7 130)	0,35
	Automne	1, 2, 3	3 287 (1 474 – 7 334)	0,43
2015	Hiver	1, 2, 3, 5	2 571 (1 163 – 5 683)	0,42
	Printemps	1, 2, 3, 5	518 (156 – 1 713)	0,67
2018	Hiver	1, 2	3 292 (1 709 – 6 340)	0,34
	Printemps	1, 2, 3, 5	2 924 (1 688 – 5 068)	0,29
	Automne	1, 2	746 (308 – 1 802)	0,47
2019	Hiver	1, 2, 3, 5	2 388 (1 508 – 3 783)	0,24
	Printemps	1, 2, 3, 5	877 (414 – 1 856)	0,40
	Automne	1, 2, 3, 5	1 124 (371 – 3 408)	0,61
2020	Hiver	1, 2, 3, 5	3 122 (1 484 – 6 567)	0,39
	Automne	1, 2, 3, 5	3 122 (1 707 – 5 711)	0,32
2021	Hiver	1, 2, 3, 5	4 311 (2 826 – 6 575)	0,22
2022	Hiver	1, 2, 3, 5	2 222 (1 314 – 3 758)	0,27
2023	Hiver	1, 2, 3, 5	2 932 (1 702 – 5 051)	0,28

Tableau 3. Proportion moyenne (en %, \pm écart-type) de la population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent détectée dans différentes parties de l'écosystème du Saint-Laurent dans le cadre des relevés systématiques photographiques et visuels aériens par transects linéaires effectués à l'été (1990 – 2022, 1990 – 2009 et 2014 – 2022) et les autres saisons (2012-2023). Les secteurs sont ceux définis par a) Mosnier et al. (2016) et b) Simard et al. (2023), y compris la rivière Saguenay (figure 1).

a)

Saison	Estuaire Moyen	Rivière Saguenay à Colombier/Rimouski	Colombier/Rimouski à Pointe-des-Monts/Les Méchins	Nord-Ouest Golfe	Rivière Saguenay
Été					
1990 – 2022	44,8 \pm 12,8	46,7 \pm 12,7	7,1 \pm 11,3	-	1,7 \pm 0,6
1990 – 2009	46,4 \pm 10,6	45,9 \pm 10,6	6,5 \pm 11,0	-	1,2 \pm 0,8
2014 – 2022	42,3 \pm 15,6	48,1 \pm 15,6	7,2 \pm 11,9	-	2,4 \pm 3,4
Automne	21,3 \pm 19,5	53,9 \pm 17,4	10,3 \pm 14,5	14,4 \pm 16,7	0,0 \pm 0,0
Hiver	5,0 \pm 6,1	41,8 \pm 16,1	21,4 \pm 13,7	31,8 \pm 28,4	0,0 \pm 0,0
Printemps	35,5 \pm 23,9	45,4 \pm 12,3	16,9 \pm 15,5	2,1 \pm 4,7	0,1 \pm 0,2

b)

Saison	Amont	Centre	Aval	Le Bic/Portneuf -sur-Mer à Colombier/Rimouski	Colombier/Rimouski à Pointe-des-Monts/Les Méchins	Nord-Ouest Golfe	Rivière Saguenay
Été							
1990 – 2022	35,4 \pm 12,7	37,1 \pm 14,3	13,7 \pm 11,1	4,5 \pm 8,0	7,1 \pm 11,3	-	1,7 \pm 0,6
1990 – 2009	37,4 \pm 9,4	38,4 \pm 12,9	12,7 \pm 9,2	3,8 \pm 8,2	6,5 \pm 11,0	-	1,2 \pm 0,8
2014 – 2022	32,9 \pm 16,8	36,0 \pm 16,8	15,5 \pm 13,7	5,9 \pm 7,8	7,2 \pm 11,9	-	2,4 \pm 3,4
Automne	20,5 \pm 19,8	20,9 \pm 19,1	24,9 \pm 14,8	9,1 \pm 10,1	10,3 \pm 14,5	14,4 \pm 16,7	0,0 \pm 0,0
Hiver	3,7 \pm 4,3	13,3 \pm 11,9	17,1 \pm 14,1	12,6 \pm 9,4	21,4 \pm 13,7	31,8 \pm 28,4	0,0 \pm 0,0
Printemps	33,2 \pm 24,1	9,4 \pm 10,6	21,5 \pm 17,0	16,7 \pm 18,6	16,9 \pm 15,5	2,1 \pm 4,7	0,1 \pm 0,2

FIGURES

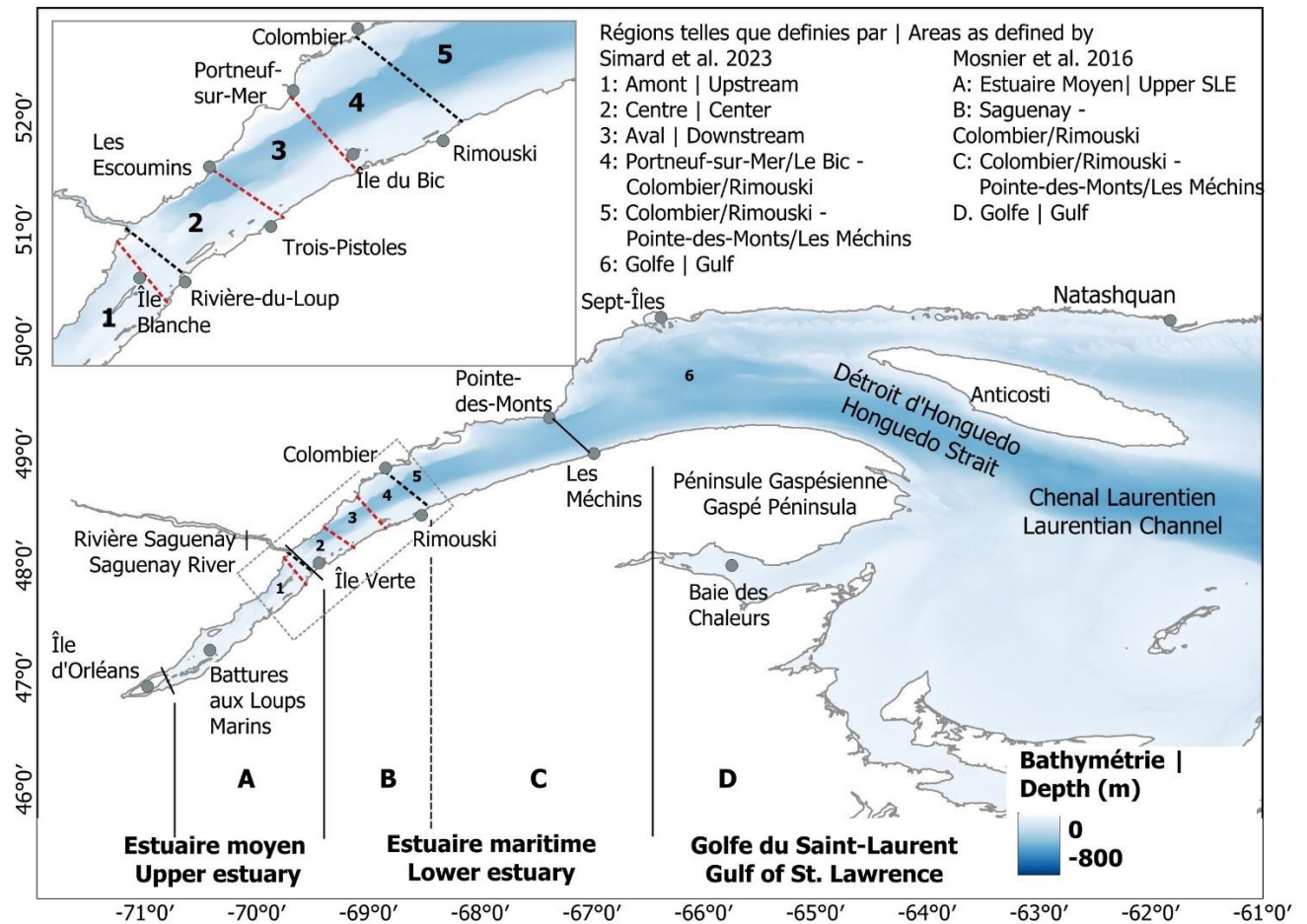


Figure 1. Zone d'étude, avec bathymétrie, montrant la séparation (lignes pleines) entre l'estuaire moyen et l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent. Les lignes pointillées noires et rouges renvoient respectivement aux zones suivant la délimitation utilisée par Mosnier et al. (2010) et Simard et al. (2023).

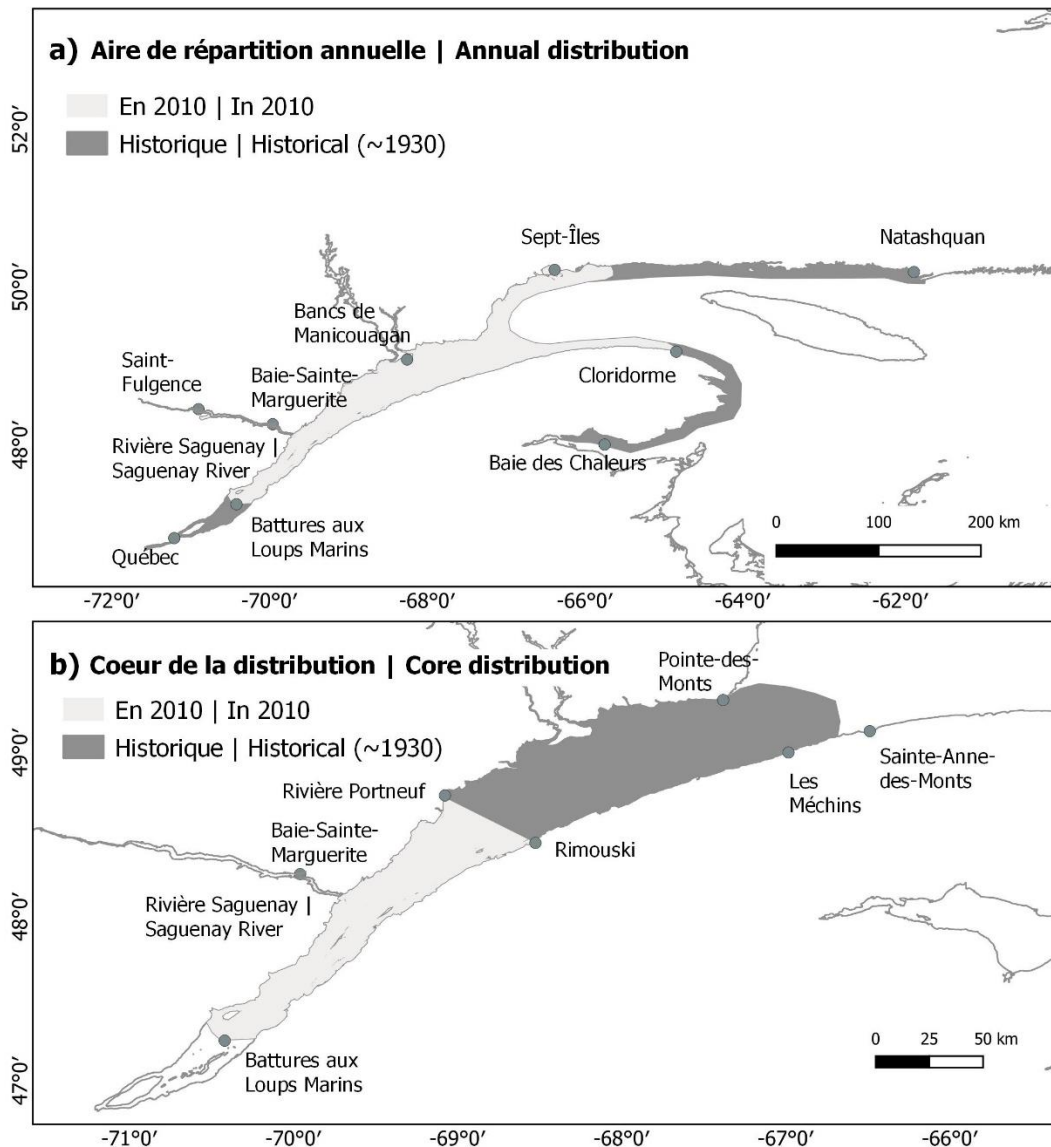


Figure 2. Superficie totale (a) et principale (b) de la répartition annuelle des bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent telle qu'évaluée historiquement (années 1930; Vladykov 1944) et en 2010 (Mosnier et al. 2010).

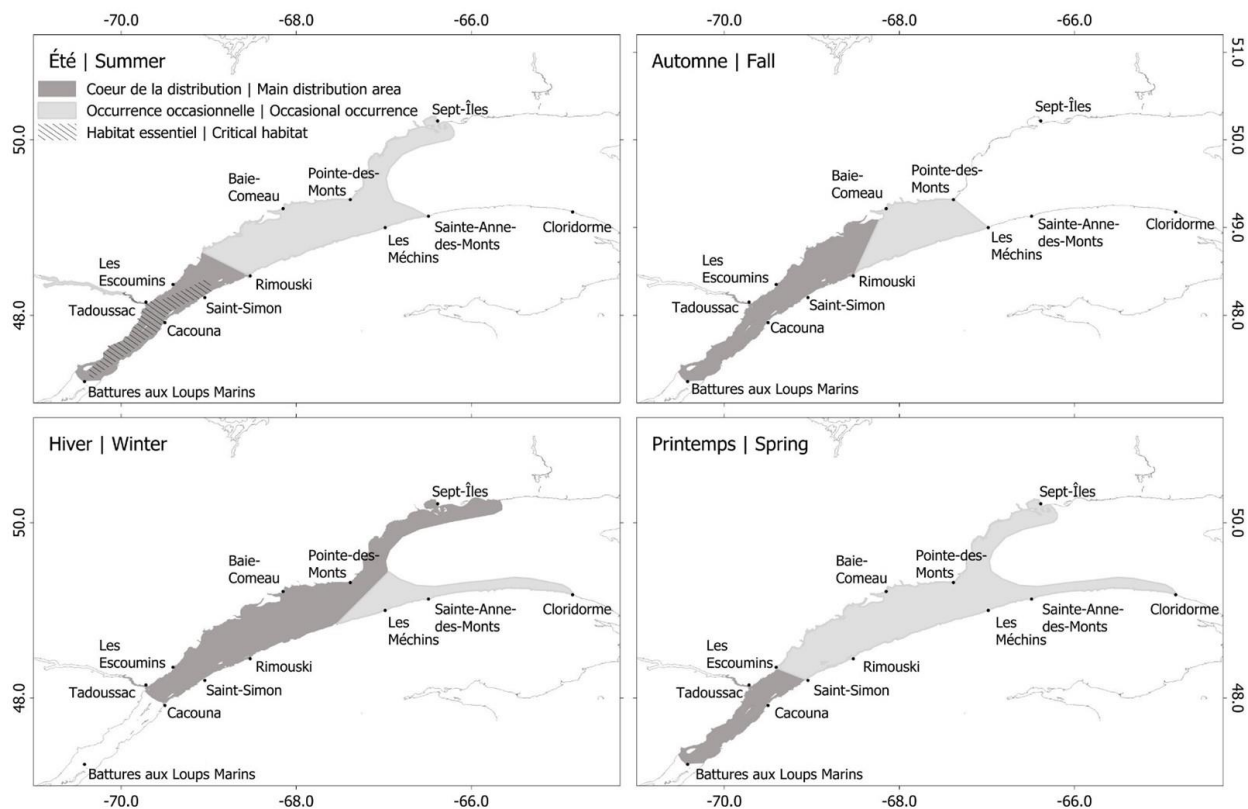


Figure 3. Variation saisonnière de la répartition des bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent, telle que rapportée en 2012 (Mosnier et al. 2010; MPO 2012).

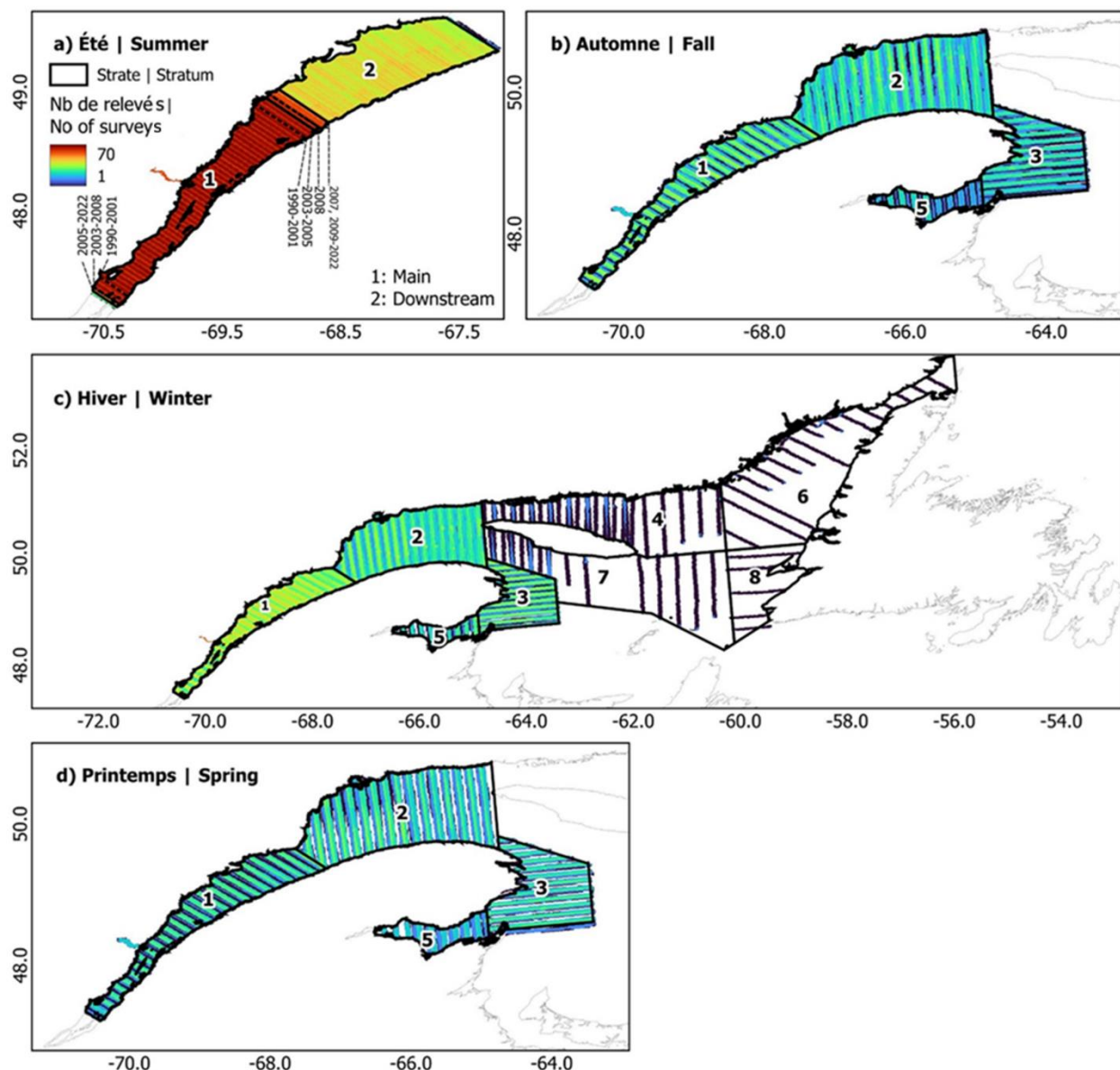


Figure 4. Nombre de relevés aériens systématiques par transects linéaires couvrant les strates de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent pendant a) l'été de 1990 à 2022 et b) l'automne, c) l'hiver et d) le printemps de 2012 à 2023. Les lignes pointillées dans le panneau a) indiquent les limites de la strate principale en fonction des années. Tous les panneaux sont affichés selon la même échelle de couleurs pour faciliter une comparaison directe.

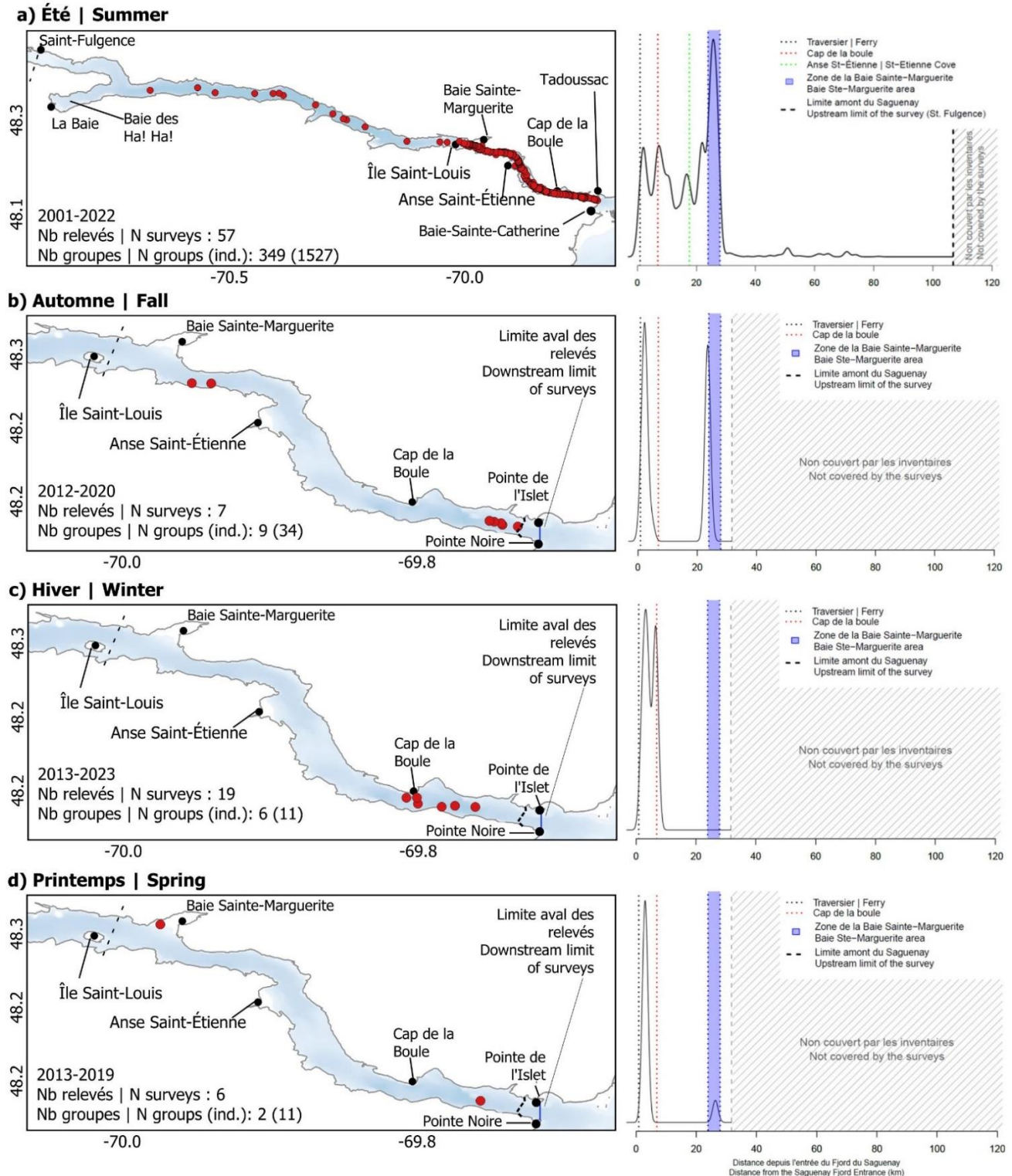


Figure 5. Groupes de bélugas détectés dans la rivière Saguenay dans le cadre des relevés aériens visuels linéaires systématiques effectués jusqu'à Saint-Fulgence en été (2001 – 2022) et jusqu'à la baie Sainte-Marguerite en automne (2012 – 2020), en hiver (2013 – 2023) et au printemps (2013 – 2019). Les densités relatives des bélugas le long de l'axe principal de la rivière Saguenay sont également présentées (panneaux de droite).

Densité saisonnière estimée par la méthode des kernels (estimation par noyau) |

Seasonal density estimated using the kernel method

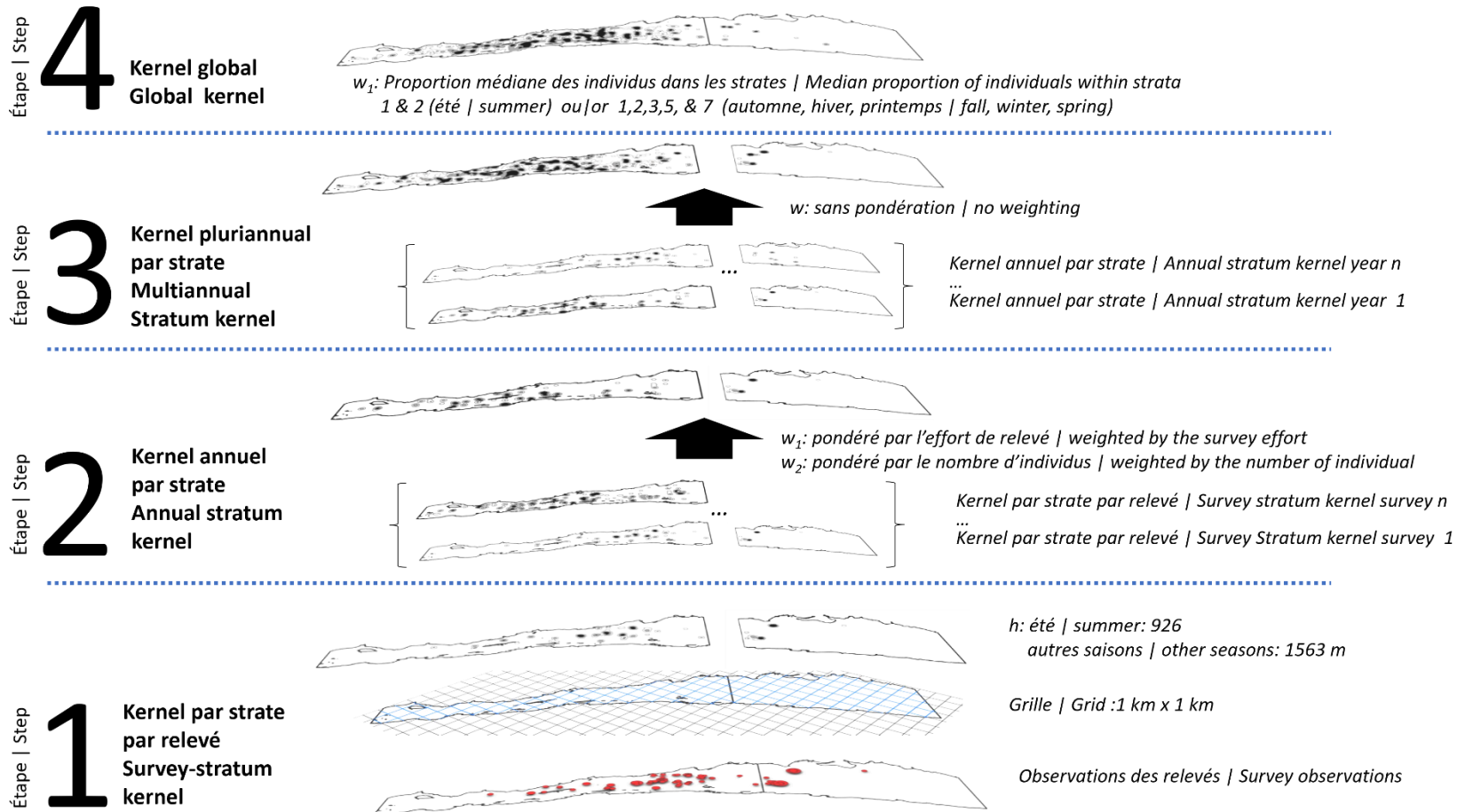


Figure 6. Représentation schématique des différentes étapes de la méthode utilisée pour estimer la densité saisonnière de la population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent au moyen d'analyses par noyaux bidimensionnelles.

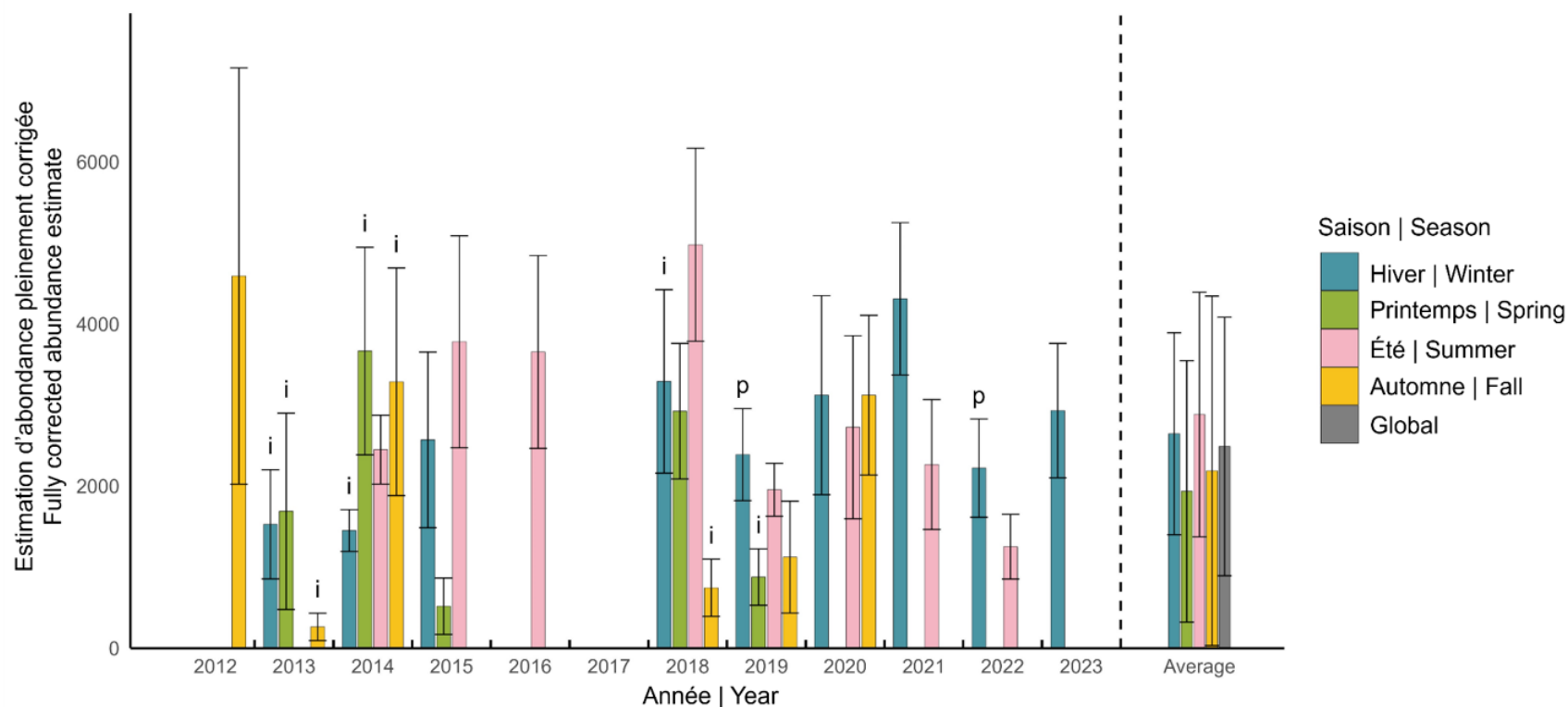


Figure 7. Estimations de l'abondance entièrement corrigées (et écarts-types) à partir des relevés aériens visuels systématiques par transects linéaires effectués dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent à l'automne, à l'hiver et au printemps entre 2012 et 2023. Les estimations de l'abondance en été sont également incluses à des fins comparatives. Les barres des relevés d'automne, d'hiver et de printemps marquées d'un « i » indiquent que même si les strates 1, 2, 3 et 5 ont fait l'objet d'un relevé, la couverture d'au moins une de ces strates était incomplète (c.-à-d. qu'aucun relevé n'a fourni une couverture complète). De même, les barres marquées d'un « p » indiquent une couverture partielle des strates 1, 2, 3 et 5 (c.-à-d. qu'au moins un relevé a été effectué au complet, mais d'autres non). La barre grise représente la moyenne globale (c.-à-d. la moyenne de toutes les saisons).

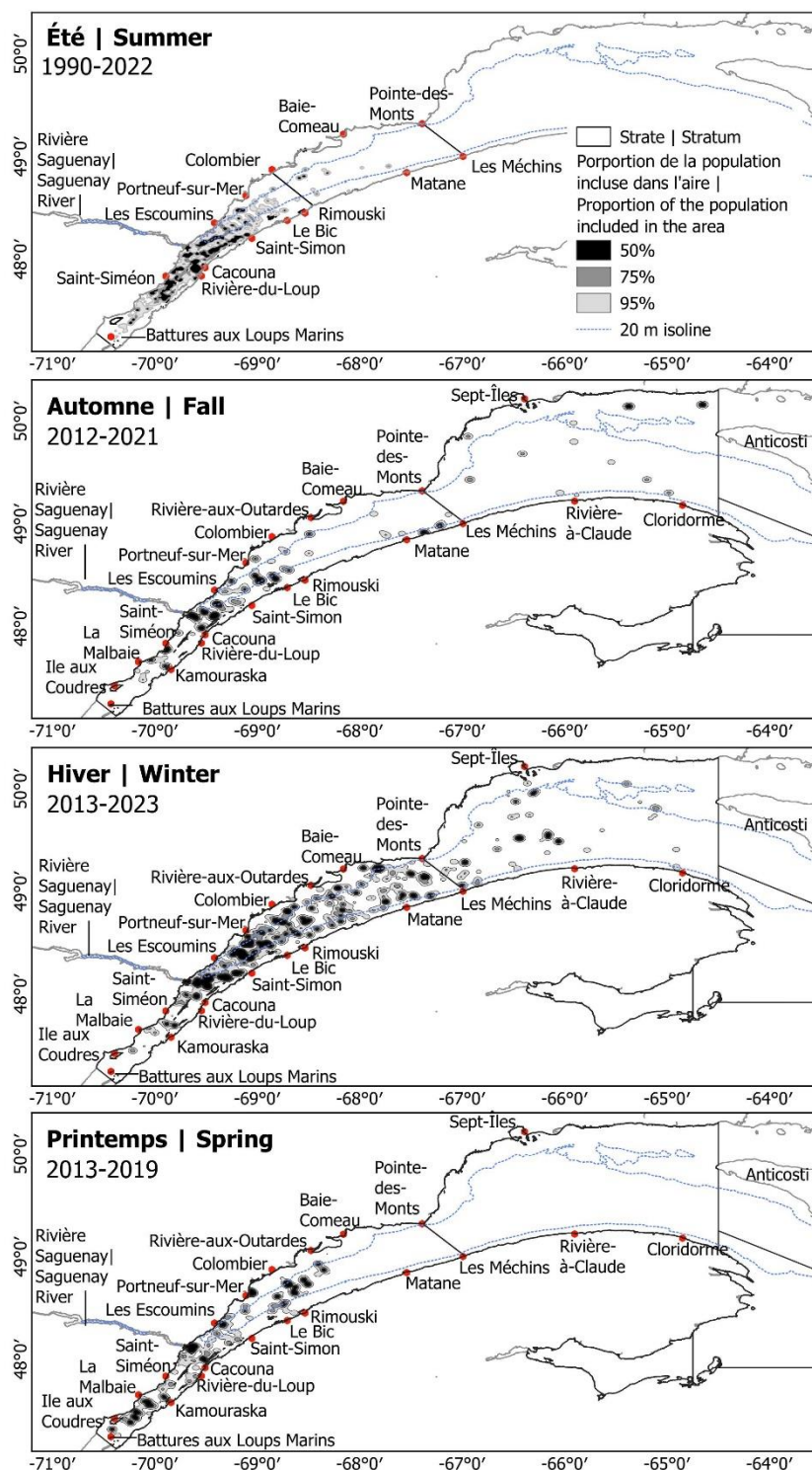


Figure 8. Zones comprenant 50, 75 et 95 % de la population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent, obtenues au moyen de la méthode des noyaux bidimensionnels à partir des détections provenant de relevés aériens systématiques photographiques et visuels par transects linéaires effectués au-dessus de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent en été (1990 – 2022), à l'automne (2013 – 2020), à l'hiver (2013 – 2023) et au printemps (2013 – 2019).

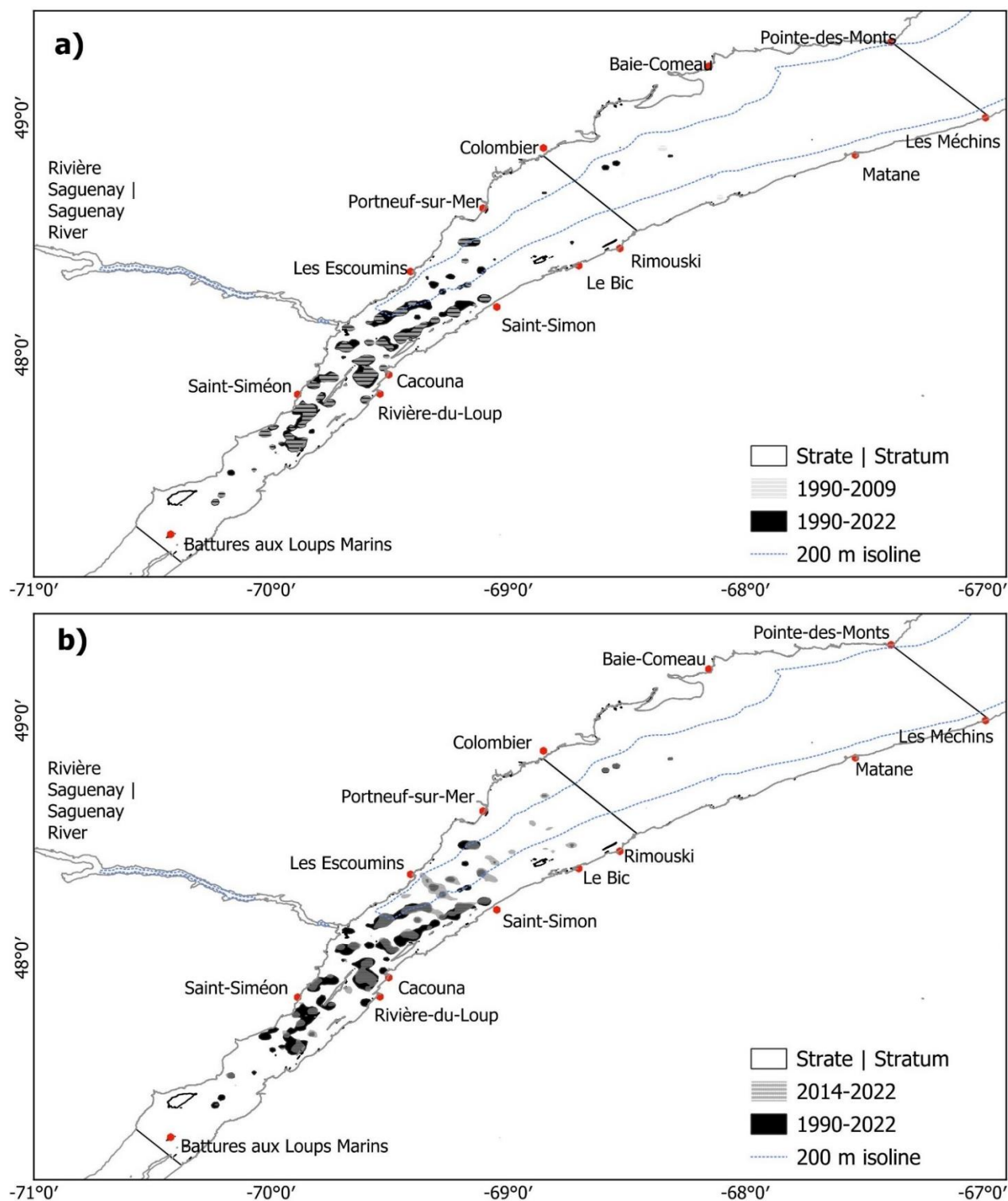


Figure 9. Chevauchement de zones contenant 50 % de la population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent, obtenues au moyen de la méthode des noyaux bidimensionnels à partir des détections provenant de relevés aériens systématiques photographiques et visuels par transects linéaires effectués au-dessus de l'estuaire du Saint-Laurent entre 1990 et 2022 par rapport aux noyaux de a) 1990 – 2009 et b) 2014 – 2022.

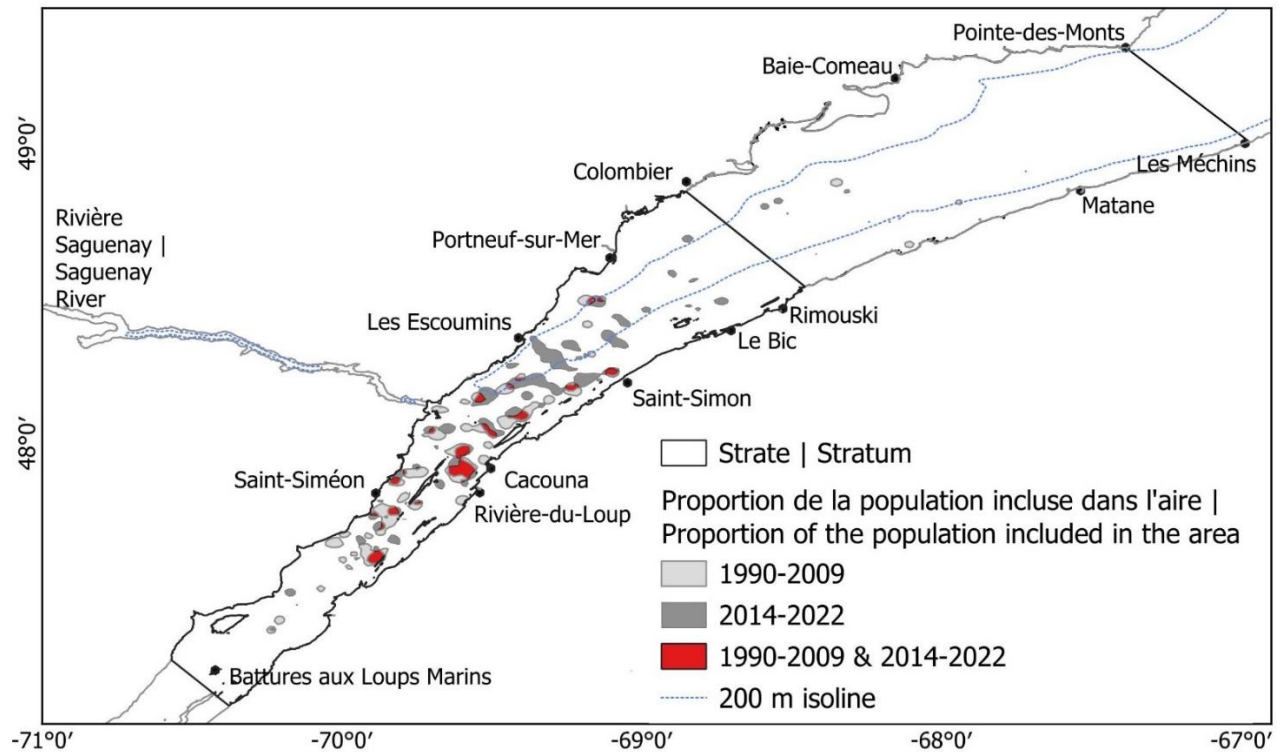


Figure 10. Chevauchement des zones comprenant 50 % de la population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent, obtenues au moyen de la méthode des noyaux bidimensionnels à partir des bélugas détectés dans le cadre des relevés aériens systématiques photographiques et visuels par transects linéaires effectués à l'été entre 1990 et 2009 et entre 2014 et 2022.

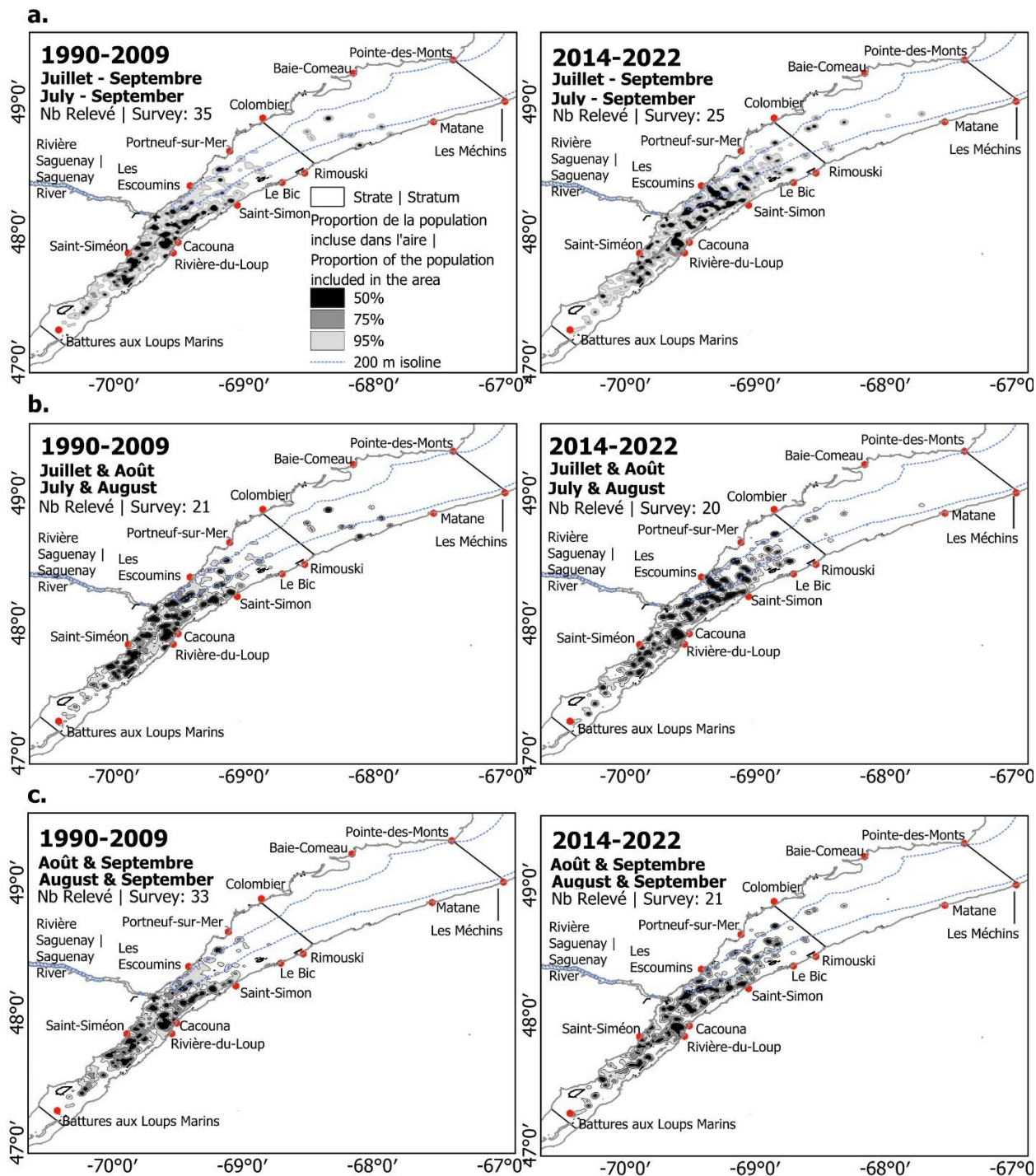


Figure 11. Zones comprenant 50, 75 et 95 % de la population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent, obtenues au moyen de la méthode des noyaux bidimensionnels à partir des détections provenant de relevés aériens systématiques photographiques et visuels par transects linéaires effectués entre 1990 et 2009 (panneaux de gauche) et entre 2014 et 2022 (panneaux de droite), en utilisant a) tous les relevés d'été (juillet, août et septembre), b) uniquement les relevés de juillet et août, et c) uniquement les relevés d'août et septembre. La délimitation des strates est également présentée. Aucun relevé n'a été effectué dans la strate en aval en août et septembre entre 1990 et 2009.

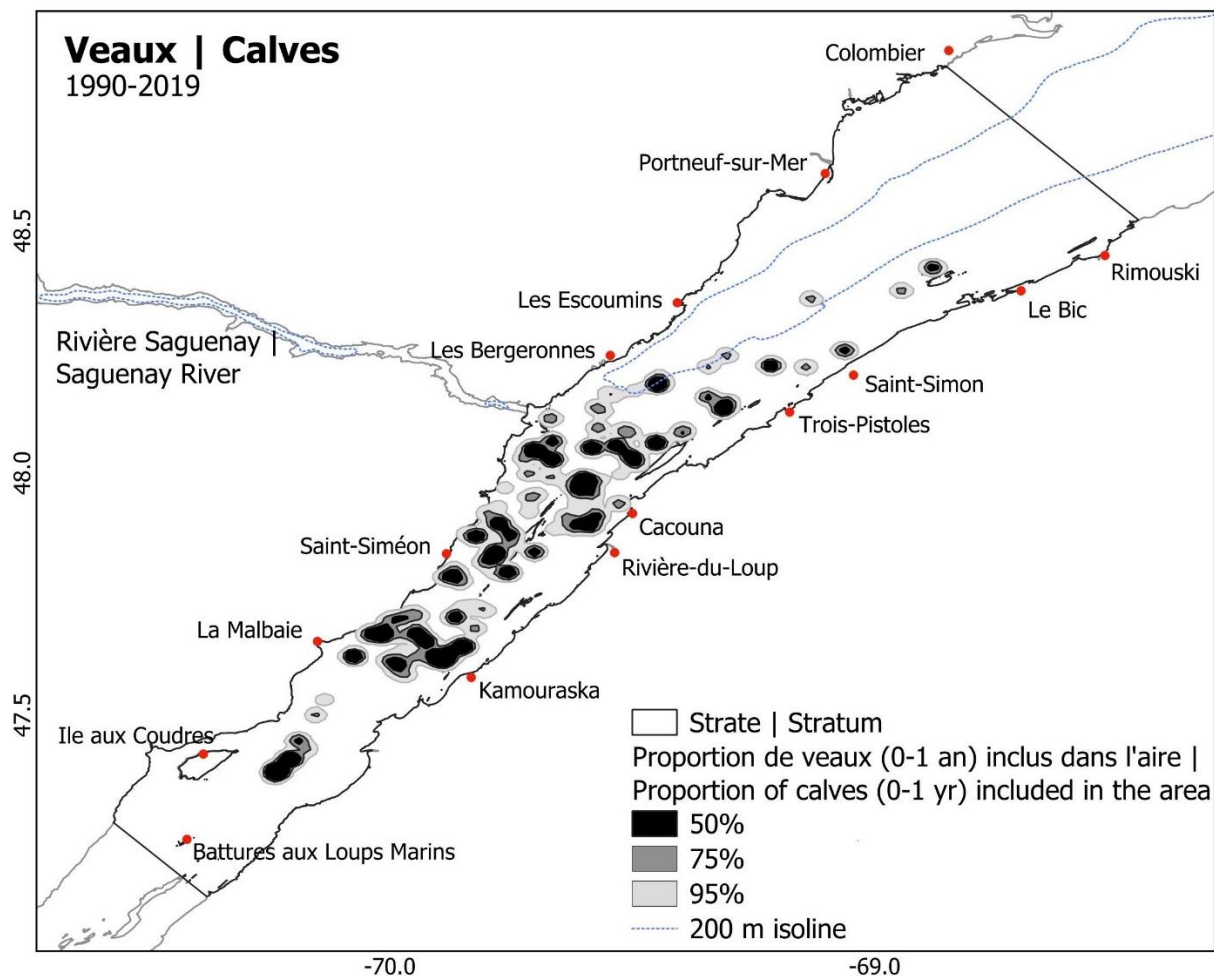


Figure 12. Zones comprenant 50, 75 et 95 % de la population de veaux de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent (0 et 1 an), obtenues au moyen de la méthode des noyaux bidimensionnels à partir des détections provenant de relevés aériens systématiques photographiques et visuels par transects linéaires effectués en été au-dessus de la strate principale entre 1990 et 2019.

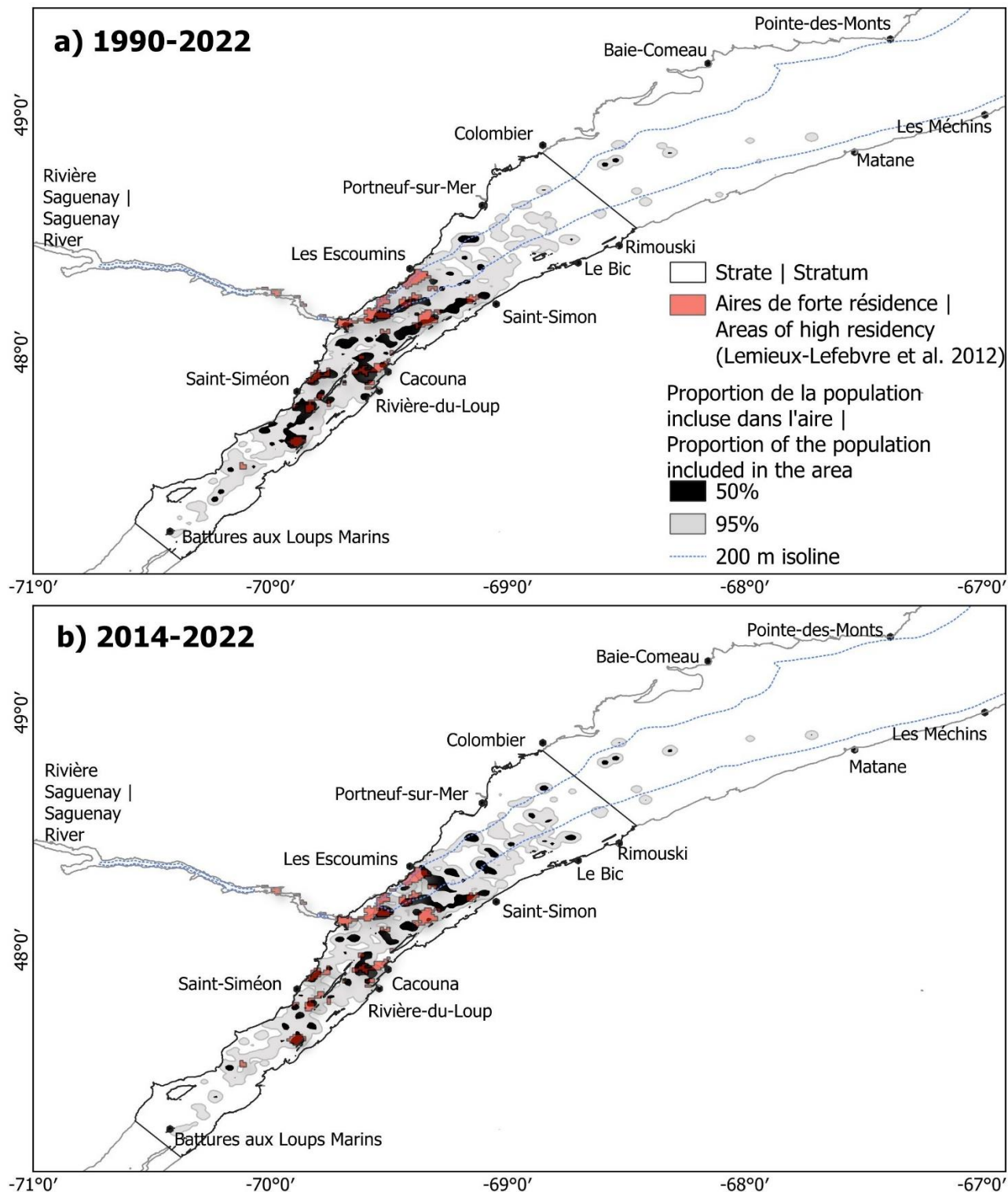


Figure 13. Comparaison entre les zones contenant 50 à 95 % de la population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent, obtenues au moyen de la méthode des noyaux bidimensionnels à partir des détections provenant de relevés aériens systématiques photographiques et visuels par transects linéaires effectués en été dans l'estuaire du Saint-Laurent entre a) 1990 et 2022 et b) 2014 et 2022 et les zones de forte résidence décrites par Lemieux Lefebvre et al. (2012).

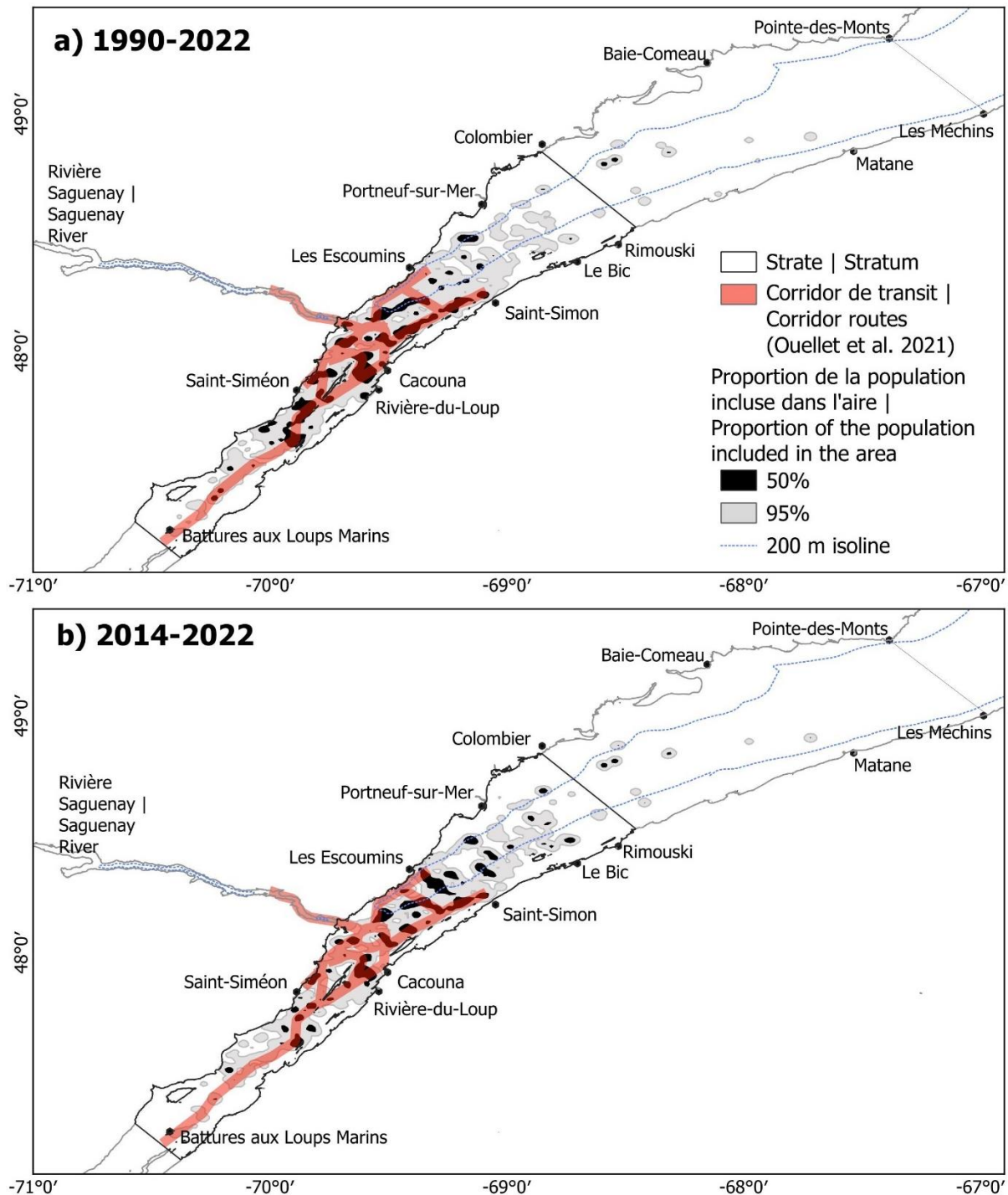


Figure 14. Comparaison entre les zones comprenant 50 à 95 % de la population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent, obtenues au moyen de la méthode des noyaux bidimensionnels à partir des détections provenant de relevés aériens systématiques photographiques et visuels par transects linéaires effectués en été dans l'estuaire du Saint-Laurent entre a) 1990 et 2022 et b) 2014 et le réseau de corridors décrits par Ouellet et al. (2021).

ANNEXES

ANNEXE 1. CONCEPTION DÉTAILLÉE DES RELEVÉS PHOTOGRAPHIQUES ET VISUELS

Tableau A1.1 – Description du plan d'échantillonnage et de l'effort de relevé, ainsi que du nombre de groupes et d'individus détectés dans le cadre des relevés systématiques photographiques et visuels par transects aériens linéaires réalisés dans l'estuaire du Saint-Laurent et la rivière Saguenay du début juillet à la mi-septembre, entre 1990 et 2022. Les plateformes de relevé étaient soit un Rockwell Aero Commander (« A »), un Piper Aztec (« PA »), un Cessna 337 Skymaster (« C »), un Partenavia P68C (« P ») ou un Twin Otter (« TO »). Les estimations de l'abondance et les dénombrements dans la rivière Saguenay ont été recalculés selon la méthodologie décrite dans le présent manuscrit pour évaluer les dénombrements dans la rivière Saguenay, et pourraient donc ne pas correspondre à ceux rapportés dans St-Pierre et al. (2024). Les noms des relevés dans le présent document diffèrent de ceux utilisés dans St-Pierre et al. (2024a). L'abondance n'a pas été estimée pour le relevé V2020s02r01. Les dénombrements dans la rivière Saguenay qui correspondent aux estimations de l'abondance tirées des relevés photographiques, mais qui ne sont pas utilisés dans l'analyse spatiale, sont indiqués par un astérisque. Un trait d'union signifie que la strate n'a pas fait l'objet d'un relevé (p. ex. dénombrement de la rivière Saguenay pour la strate 2) ou que les données existent mais n'ont pas été utilisées (p. ex. détections dans le cadre des relevés photographiques les années où des relevés visuels étaient également effectués).

Année	Relevé	Type de relevé	Date du relevé (mm/jj)	Strate	Espacement (km)	Altitude cible (m)	Plateforme	Nombre de transects	Longueur totale du tracé (km)	Aucun groupe (pas d'ind.) pour les analyses spatiales	Dénombrements dans la rivière Saguenay	Abondance corrigée pour la disponibilité et la perception
1990	P1990s01r01	P	09/12	1	3,7	1219	C & PA	38	-	94 (149)	28	1 516 (815 – 2 822)
1992	P1992s01r01	P	09/12	1	3,7	1219	A & PA	48	-	227 (227)	3	1 432 (1 079 – 1 902)
1995	P1995s01r01	P	08/28	1	3,7	1219	A	49	-	264 (284)	52	1 634 (1 225 – 2 179)
1997	P1997s01r01	P	08/26	1	3,7	1219	NA	49	-	287 (287)	20	1 685 (1 290 – 2 201)
2000	P2000s01r01	P	08/28	1	3,7	1219	PA	52	-	124 (219)	6	1 326 (1 043 – 1 686)
2001	V2001s01r01	V	08/12	1	7,4	457	C	24	639	88 (177)	16	3 043 (1 420 – 6 520)
2003	P2003s01r01	P	09/02	1	3,7	1219	PA	51	639	161 (311)	2	1 759 (1 260 – 2 455)
	V2003s01r01	V	08/20	1	7,4	305	C	27	718	51 (143)	1	2 415 (1 071 – 5 446)
	V2003s02r01	V	08/25	1	7,4	305	C	26	686	80 (182)	0	3 239 (1 482 – 7 080)
	V2003s03r01	V	08/26	1	7,4	305	C	27	718	77 (195)	0	3 129 (1 527 – 6 408)
	V2003s04r01	V	09/02	1	7,4	305	C	26	686	99 (309)	7	4 484 (2 089 – 9 623)
2005	V2003s05r01	V	09/06	1	7,4	305	C	27	718	43 (127)	18	2 255 (977 – 5 207)
	V2005s01r01	V	08/12	1	7,4	305	C	27	734	105 (243)	55	2 367 (1 217 – 4 605)
	V2005s02r01	V	08/14	1	7,4	457	C	27	734	90 (198)	52	1 760 (781 – 3 966)
	V2005s03r01	V	08/15	1	7,4	305	C	27	718	129 (282)	59	3 294 (1 687 – 6 433)
	V2005s04r01	V	08/18	1	7,4	457	C	27	718	57 (155)	0	1 085 (437 – 2 694)

Année	Relevé	Type de relevé	Date du relevé (mm/jj)	Strate	Espacement (km)	Altitude cible (m)	Plateforme	Nombre de transects	Longueur totale du tracé (km)	Aucun groupe (pas d'ind.) pour les analyses spatiales	Dénombrements dans la rivière Saguenay	Abondance corrigée pour la disponibilité et la perception
	V2005s05r01	V	08/19	1	7,4	457	C	27	718	121 (260)	12	2 193 (947 – 5 077)
	V2005s06r01	V	08/25	1	7,4	305	C	27	734	78 (224)	24	2 371 (1 092 – 5 148)
	V2005s07r01	V	08/26	1	7,4	305	C	27	718	76 (226)	30	2 278 (1 108 – 4 686)
	V2005s08r01	V	08/27	1	7,4	457	C	27	718	98 (249)	73	1 705 (706 – 4 117)
	V2005s09r01	V	09/04	1	7,4	305	C	27	734	70 (93)	30	1 287 (577 – 2 868)
	V2005s10r01	V	09/05	1	7,4	457	C	27	734	125 (260)	73	2 143 (961 – 4 778)
	V2005s11r01	V	09/06	1	7,4	305	C	27	718	81 (118)	94	1 271 (631 – 2 561)
	V2005s12r01	V	09/08	1	7,4	457	C	27	718	104 (175)	42	1 480 (625 – 3 506)
	V2005s13r01	V	09/09	1	7,4	305	C	27	718	98 (173)	18	2 034 (975 – 4 241)
	V2005s14r01	V	09/10	1	7,4	457	C	27	734	65 (104)	19	934 (384 – 2 275)
2007	V2007s01r01	V	07/21	1	7,4	198	C	27	734	100 (255)	29	2 115 (1 018 – 4 396)
	V2007s01r01	V	07/22	2	18,52	198	C	7	365	17 (27)	-	504 (189 – 1 340)
2008	V2008s01r01	V	07/17	1	7,4	305	C	27	734	93 (258)	11	1 890 (889 – 4 019)
2009	P2009s01r01	P	08/28	1	3,7	1,219	PA	57	849	73 (154)	0	949 (744 – 1 212)
	V2009s01r01	V	08/20	1	7,4	305	C	28	788	66 (126)	15	1 361 (634 – 2 925)
	V2009s02r01	V	08/23	1	7,4	305	C	28	801	55 (165)	3	1 640 (772 – 3 483)
	V2009s03r01	V	08/24	1	7,4	305	C	28	804	93 (245)	11	2 870 (1 273 – 6 469)
	V2009s03r01	V	08/25	2	7,4	305	C	28	804	0	-	8 (1 – 40)
	V2009s04r01	V	09/01	1	7,4	305	C	28	785	23 (44)	11	545 (202 – 1 472)
	V2009s04r01	V	09/01	2	7,4	305	C	28	785	0	-	0 (0 – 0)
	V2009s05r01	V	09/04	1	7,4	305	C	28	794	65 (144)	33	1 678 (705 – 3 996)
	V2009s06r01	V	09/05	1	7,4	305	C	28	784	76 (175)	18	2 112 (1 044 – 4 275)
2014	V2014s01r01	V	08/19	1	7,4	305	P	29	802	114 (273)	-	2 568 (1 177 – 5 603)
	V2014s02r01	V	08/20	1	7,4	305	P	28	779	162 (434)	17	3 529 (1 688 – 7 379)
	V2014s03r01	V	08/21	1	7,4	305	P	29	775	55 (147)	48	1 636 (731 – 3 662)
	V2014s04r01	V	08/24	1	7,4	305	P	29	801	78 (194)	38	1 841 (616 – 5 501)
	V2014s04r01	V	08/24	2	7,4	305	P	29	801	0	-	0 (0 – 0)

Année	Relevé	Type de relevé	Date du relevé (mm/jj)	Strate	Espacement (km)	Altitude cible (m)	Plateforme	Nombre de transects	Longueur totale du tracé (km)	Aucun groupe (pas d'ind.) pour les analyses spatiales	Dénombrements dans la rivière Saguenay	Abondance corrigée pour la disponibilité et la perception
	V2014s05r01	V	08/29	1	7,4	305	P	16	830	185 (462)	26	3 134 (1 283 – 7 658)
	V2014s06r01	V	09/03	1	7,4	305	P	16	830	90 (220)	49	1 154 (429 – 3 108)
	V2014s07r01	V	09/08	1	7,4	305	P	16	830	141 (369)	22	2 756 (1 241 – 6 121)
	V2014s07r01	V	09/08	2	7,4	305	P	16	830	0	-	0 (0 – 0)
	V2014s08r01	V	09/10	1	7,4	305	P	16	851	147 (432)	0	2 952 (1 050 – 8 296)
2015	V2015s01r01	V	07/16	1	7,4	305	C	28	767	144 (471)	10	5 717 (2 493 – 13 112)
	V2015s02r01	V	07/16	1	7,4	305	C	29	808	132 (245)	-	1 836 (935 – 3 604)
2016	V2016s01r01	V	08/02	1	7,4	183	C	29	791	96 (223)	38	2 993 (1 269 – 7 057)
	V2016s01r01	V	08/04	2	18,52	183	C	29	791	0	-	0 (0 – 0)
	V2016s02r01	V	08/02	1	7,4	183	C	29	791	104 (243)	-	4 279 (1 833 – 9 990)
2018	V2018s01r01	V	08/16	1	7,4	305	P	28	778	43 (251)	51	4 497 (2 653 – 7 622)
	V2018s01r01	V	08/17	2	7,4	305	P	28	778	0	-	0 (0-0)
	V2018s02r01	V	08/20	1	7,4	305	P	28	760	69 (304)	22	5 251 (2 366 – 11 651)
	V2018s02r01	V	08/21	2	7,4	305	P	28	760	6 (140)	-	2 727 (528 – 14 093)
	V2018s03r01	V	08/30	1	7,4	305	P	28	769	63 (196)	25	3 346 (1 603 – 6 985)
	V2018s03r01	V	08/31	2	7,4	305	P	15	804	2 (3)	-	24 (0 – 8 961)
	V2018s04r01	V	09/04	1	7,4	305	P	15	804	56 (261)	88	3 275 (1 386 – 7 734)
	V2018s04r01	V	09/05	2	7,4	305	P	15	805	3 (39)	-	125 (27 – 578)
	V2018s05r01	V	09/06	1	7,4	305	P	15	805	50 (272)	0	4 932 (2 170 – 11 209)
2019	P2019s01r01	P	08/13	1	7,4	305	TO	28	777	-*	15*	1 037 (752 – 1 430)
	V2019s01r01	V	08/13	1	7,4	305	TO	28	777	86 (222)	15	1 525 (810 – 2 874)
	P2019s02r01	P	08/14	1	7,4	305	TO	28	776	-*	45*	2 846 (1 752 – 4 622)
	V2019s02r01	V	08/14	1	7,4	305	TO	28	776	135 (388)	45	2 248 (1 174 – 4 302)
	P2019s03r01	P	08/15	1	7,4	305	TO	16	839	-*	15*	2 142 (1 491 – 3 076)
	V2019s03r01	V	08/15	1	7,4	305	TO	29	801	143 (376)	15	1 814 (1 055 – 3 119)
	V2019s03r01	V	08/15	2	7,4	305	P	16	801	0	-	0 (0 – 0)
	P2019s04r01	P	08/16	1	7,4	305	TO	16	802	-*	74*	2 446 (1 442 – 4 150)

Année	Relevé	Type de relevé	Date du relevé (mm/jj)	Strate	Espacement (km)	Altitude cible (m)	Plateforme	Nombre de transects	Longueur totale du tracé (km)	Aucun groupe (pas d'ind.) pour les analyses spatiales	Dénombrements dans la rivière Saguenay	Abondance corrigée pour la disponibilité et la perception
2020	V2019s04r01	V	08/16	1	7,4	305	TO	29	802	102 (273)	74	2 169 (1 099 – 4 281)
	V2019s04r01	V	08/21	2	7,4	305	P	16	811	1 (6)	-	28 (5 – 159)
	V2020s01r01	V	07/22	1	7,4	243	C	28	767	101 (220)	37	2 726 (1 250 – 5 947)
	V2020s02r01	V	07/21	1	18,52	243	C	9	NA	34 (58)	0	-
	V2020s02r01	V	07/23	2	18,52	243	C	5	NA	2 (2)	-	-
2021	V2021s01r01	V	07/03	1	7,4	305	C & P	16	854	100 (146)	26	1 740 (806 – 3 755)
	V2021s01r01	V	07/03	2	7,4	305	C & P	16	854	24 (79)	-	527 (152 – 1 832)
2022	V2022s01r01	V	08/20 & 09/04	1	7,4	305	C	28	764	66 (104)	158	1049 (565 – 1 950)
	V2022s01r01	V	08/25 & 09/04	2	7,4	305	C	16	851	3 (17)	-	203 (38 – 1 083)

Tableau A1.2. Description du plan d'échantillonnage et de l'effort de relevé, et du nombre de bélugas ou groupes de bélugas détectés par les principaux observateurs dans le cadre des relevés aériens systématiques par transects linéaires réalisés dans l'estuaire du St-Laurent, le Golfe du St-Laurent et la rivière Saguenay à l'automne (de la mi-novembre à la mi-décembre), en hiver (de la mi-janvier à la fin mars) et au printemps (du début à la mi-mai) de 2012 à 2023. Pour la plateforme, « C » indique un Cessna 337 Skymaster, « P » indique un Partenavia P68C et « I » représente un Islander. S.O. indique que la rivière Saguenay n'a pas été survolée.

Année	Saison	Relevé	Date de début	Date de fin	Strate	Superficie de la strate (km ²)	Plateforme	Nombre de transects	Longueur totale du tracé (km)	Nombre de groupes (individus)	Dénombrements dans la rivière Saguenay	Nombre de groupes (individus) détectés par les observateurs primaires seulement	Groupes (individus) sans distance
2012	Automne	Fa2012s01r01	20/11	27/11	1	12 052	C	27	987	67 (176)	18	49 (130)	3 (9)
		Fa2012s01r01	20/11	20/11	2	22 348	C & P	16	1 718	1 (26)	-	1 (11)	0 (0)
		Fa2012s01r01	20/11	21/11	3	11 062	P	11	855	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
2013	Hiver	Wi2013s01r01	23/02	25/02	1	12 052	C	26	961	34 (63)	3	27 (54)	0 (0)
		Wi2013s01r01	22/02	23/02	2	22 348	C & P	16	1 775	3 (3)	-	2 (2)	0 (0)
		Wi2013s01r01	23/02	23/02	3	11 062	P	12	885	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2013s01r01	24/02	25/02	4	14 232	P	17	1 052	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2013s01r01	23/02	23/02	5	1 464	P	3	107	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2013s01r01	24/02	24/02	7	6 398	P	7	455	2 (9)	-	2 (9)	0 (0)
		Sp2013s01r01	14/05	15/05	1	12 052	C	26	961	22 (71)	0	22 (71)	0 (0)
	Automne	Sp2013s01r01	14/05	14/05	2	11 067	C	8	825	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Fa2013s01r01	21/11	22/11	1	12 052	C	26	961	6 (9)	1	6 (9)	0 (0)
		Fa2013s01r01	22/11	22/11	2	22 348	C & P	17	1 833	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Fa2013s01r01	22/11	22/11	3	2 298	P	4	137	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
	Hiver	Wi2014s01r01	26/02	27/02	1	12 052	C	24	902	10 (22)	NA	10 (22)	0 (0)
		Wi2014s01r01	01/03	02/03	2	22 348	C & I	16	1 761	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2014s01r01	03/03	03/03	3	11 062	I	12	843	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2014s01r01	02/03	06/03	4	26 923	C & I	13	1 085	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2014s01r01	03/03	03/03	5	1 640	I	3	80	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2014s01r01	05/03	06/03	6	27 652	P	17	1 104	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2014s01r01	02/03	07/03	7	29 342	C & I & P	11	1 149	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)

Année	Saison	Relevé	Date de début	Date de fin	Strate	Superficie de la strate (km ²)	Plateforme	Nombre de transects	Longueur totale du tracé (km)	Nombre de groupes (individus)	Dénombrements dans la rivière Saguenay	Nombre de groupes (individus) détectés par les observateurs primaires seulement	Groupes (individus) sans distance
2015	Printemps	Wi2014s01r01	06/03	06/03	8	8 824	P	5	350	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2014s01r02	18/03	18/03	1	10 623	C	24	840	12 (52)	0	12 (52)	0 (0)
		Wi2014s01r03	19/03	19/03	1	10 623	C	24	843	15 (39)	0	15 (39)	1 (2)
		Wi2014s01r04	26/03	26/03	1	12 052	C & P	26	1 404	35 (142)	4	35 (142)	2 (7)
		Wi2014s01r05	29/03	29/03	1	12 052	C	26	954	28 (67)	0	28 (67)	0 (0)
		Wi2014s01r06	29/03	29/03	1	12 052	P	26	936	22 (39)	0	22 (39)	1 (1)
		Sp2014s01r01	06/05	07/05	1	12 052	P	26	945	99 (187)	0	99 (187)	1 (1)
		Sp2014s01r01	06/05	06/05	2	22 348	C & P	16	1 723	3 (16)	-	3 (16)	0 (0)
		Sp2014s01r01	06/05	07/05	3	11 062	C	12	907	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Sp2014s01r01	07/05	07/05	5	3 187	C	7	252	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Fa2014s01r01	16/12	20/12	1	12 052	C & P	26	943	40 (97)	15	40 (97)	0 (0)
		Fa2014s01r01	15/12	15/12	2	22 348	C & P	16	1 736	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
	Hiver	Fa2014s01r01	16/12	16/12	3	10 149	P	10	744	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2015s01r01	24/03	28/03	1	12 052	C	26	978	42 (131)	0	37 (118)	0 (0)
		Wi2015s01r01	24/03	25/03	2	22 348	C & P	17	1 821	4 (4)	-	4 (4)	1 (1)
		Wi2015s01r01	24/03	25/03	3	11 062	P	12	896	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2015s01r01	25/03	25/03	5	3 689	P	9	242	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Sp2015s01r01	01/05	02/05	1	12 052	C	25	945	11 (27)	0	12 (28)	0 (0)
		Sp2015s01r01	01/05	01/05	2	22 348	C & P	17	1 756	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Sp2015s01r01	01/05	02/05	3	11 062	P	12	867	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Sp2015s01r01	02/05	02/05	5	3 689	P	9	277	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
	Printemps	Wi2018s01r01	21/03	23/03	1	9 519	C	17	781	29 (156)	0	29 (156)	0 (0)
		Wi2018s01r01	21/03	21/03	2	10 438	C	8	807	8 (15)	-	8 (15)	0 (0)
		Sp2018s01r01	07/05	09/05	1	12 052	C	27	991	34 (92)	10	34 (92)	1 (1)
		Sp2018s01r01	03/05	09/05	2	22 348	C & P	17	1 749	1 (1)	-	1 (1)	0 (0)

Année	Saison	Relevé	Date de début	Date de fin	Strate	Superficie de la strate (km ²)	Plateforme	Nombre de transects	Longueur totale du tracé (km)	Nombre de groupes (individus)	Dénombrements dans la rivière Saguenay	Nombre de groupes (individus) détectés par les observateurs primaires seulement	Groupes (individus) sans distance
2019	Automne	Sp2018s01r01	03/05	06/05	3	11 062	P	12	870	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Sp2018s01r01	06/05	06/05	5	3 689	P	9	256	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Sp2018s01r02	10/05	16/05	1	12 052	C & P	27	968	56 (190)	1	56 (190)	1 (3)
		Sp2018s01r02	09/05	16/05	2	22 348	C & P	16	1 747	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Sp2018s01r02	13/05	16/05	3	11 062	P	12	869	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Sp2018s01r02	10/05	13/05	5	3 689	P	10	313	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Fa2018s01r01	26/11	26/11	1	12 052	P	25	882	10 (19)	0	10 (19)	0 (0)
		Fa2018s01r01	25/11	26/11	2	10 468	P	8	917	1 (1)	-	1 (1)	0 (0)
		Wi2019s01r01	06/02	06/02	1	9 317	P	22	741	2 (4)	0	2 (4)	0 (0)
		Wi2019s01r01	13/03	14/03	3	11 062	C & P	12	895	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
	Hiver	Wi2019s01r01	02/03	13/03	2	22 348	P	17	1 752	6 (16)	-	6 (16)	0 (0)
		Wi2019s01r01	13/03	13/03	5	3 689	C	9	285	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2019s01r02	02/03	03/03	1	12 052	P	27	992	9 (29)	0	9 (29)	0 (0)
		Wi2019s01r02	14/03	19/03	2	22 348	C & P	16	1 770	17 (94)	-	17 (94)	1 (12)
		Wi2019s01r02	14/03	14/03	3	7 900	P	9	627	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2019s01r03	19/03	19/03	1	12 052	C & P	26	960	22 (69)	0	22 (69)	0 (0)
		Sp2019s01r01	02/05	03/05	1	12 052	P	26	971	38 (54)	0	38 (54)	0 (0)
		Sp2019s01r01	03/05	03/05	2	22 348	C & P	16	1 722	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Sp2019s01r01	03/05	05/05	3	11 062	C	12	920	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Sp2019s01r01	04/05	04/05	5	3 015	C	7	255	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
2020	Printemps	Fa2019s01r01	18/11	20/11	1	12 052	P	29	959	13 (30)	0	13 (30)	0 (0)
		Fa2019s01r01	18/11	18/11	2	22 348	C & P	17	1 791	4 (4)	-	2 (2)	0 (0)
		Fa2019s01r01	24/11	02/12	3	11 062	C & P	13	901	3 (4)	-	1 (1)	0 (0)
		Fa2019s01r01	02/12	02/12	5	3 689	P	9	274	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
	Hiver	Wi2020s19r01	18/01	24/01	1	12 052	C & P	29	981	12 (48)	0	12 (48)	0 (0)

Année	Saison	Relevé	Date de début	Date de fin	Strate	Superficie de la strate (km ²)	Plateforme	Nombre de transects	Longueur totale du tracé (km)	Nombre de groupes (individus)	Dénombrements dans la rivière Saguenay	Nombre de groupes (individus) détectés par les observateurs primaires seulement	Groupes (individus) sans distance
2021	Automne	Wi2020s19r01	13/01	24/01	2	22 348	C & P	17	1 791	12 (82)	-	12 (80)	0 (0)
		Wi2020s19r01	22/01	23/01	3	11 062	C & P	14	866	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2020s19r01	23/01	23/01	5	3 689	C	10	304	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2020s01r01	16/03	16/03	1	12 052	C & P	27	954	79 (172)	0	61 (144)	1 (2)
		Wi2020s01r01	12/03	16/03	2	22 348	P	17	1 777	5 (8)	-	4 (7)	0 (0)
		Wi2020s01r01	12/03	12/03	3	11 062	C	11	837	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Fa2020s01r01	04/12	08/12	1	12 052	C	28	985	67 (184)	0	54 (150)	6 (6)
		Fa2020s01r01	05/12	17/12	2	22 348	C	17	1 795	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Fa2020s01r01	04/12	05/12	3	11 062	C	14	865	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Fa2020s01r01	04/12	05/12	5	3 689	C	10	304	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Fa2020s02r01	08/12	17/12	1	12 052	C	27	951	21 (36)	0	17 (28)	0 (0)
		Fa2020s02r01	09/12	19/12	2	22 348	C	17	1 839	8 (18)	-	6 (14)	0 (0)
		Fa2020s02r01	09/12	19/12	3	11 062	C	13	895	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Fa2020s02r01	09/12	17/12	5	3 689	C	9	277	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
	Hiver	Wi2021s01r01	18/02	19/02	1	12 052	C	27	940	49 (113)	0	46 (106)	0 (0)
		Wi2021s01r01	19/02	27/02	2	22 348	C	13	1 823	6 (23)	-	5 (22)	0 (0)
		Wi2021s01r01	19/02	20/02	3	11 062	C	13	921	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2021s01r01	19/02	19/02	5	3 689	C	10	305	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2021s02r01	16/03	16/03	1	12 052	C	27	962	88 (241)	0	80 (203)	0 (0)
		Wi2021s02r01	16/03	24/03	2	22 348	C	17	1 783	1 (1)	-	1 (1)	0 (0)
		Wi2021s02r01	17/03	24/03	3	11 062	C	13	876	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2021s02r01	17/03	17/03	5	3 689	C	10	306	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
	2022	Wi2022s01r01	13/02	14/02	1	12 052	C	26	963	19 (39)	0	18 (38)	0 (0)
		Wi2022s01r01	14/02	03/03	2	22 348	C	17	1 812	14 (45)	-	8 (24)	0 (0)
		Wi2022s01r01	03/03	03/03	3	11 062	C	13	862	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)

Année	Saison	Relevé	Date de début	Date de fin	Strate	Superficie de la strate (km ²)	Plateforme	Nombre de transects	Longueur totale du tracé (km)	Nombre de groupes (individus)	Dénombrements dans la rivière Saguenay	Nombre de groupes (individus) détectés par les observateurs primaires seulement	Groupes (individus) sans distance
2023	Hiver	Wi2022s01r01	03/03	03/03	5	3 689	C	9	268	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2022s02r01	09/03	11/03	1	12 052	C	26	980	18 (49)	0	14 (44)	0 (0)
		Wi2022s02r01	09/03	09/03	2	9 681	C	9	893	11 (41)	-	8 (36)	0 (0)
		Wi2022s02r01	11/03	11/03	3	11 062	C	14	878	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2022s02r01	11/03	11/03	5	3 689	C	9	284	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2022s03r01	15/03	18/03	1	12 052	C	26	944	53 (131)	0	48 (122)	0 (0)
		Wi2022s03r01	18/03	24/03	2	22 348	C	17	1 771	10 (16)	-	10 (14)	0 (0)
		Wi2022s03r01	24/03	24/03	3	3 499	C	6	276	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2023s01r01	25/01	07/02	1	12 052	C	26	941	53 (91)	3	46 (76)	1 (4)
		Wi2023s02r01	09/02	15/02	1	12 052	C	26	922	22 (55)	1	18 (46)	1 (7)
		Wi2023s02r01	15/02	15/02	2	22 348	C	16	1 741	25 (34)	-	23 (32)	0 (0)
		Wi2023s02r01	28/02	04/03	3	11 062	C	13	872	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)
		Wi2023s02r01	15/02	15/02	5	3 689	C	9	286	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)

ANNEXE 2. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE POUR L'ESTIMATION DES DENSITÉS DES NOYAUX (D'APRÈS MOSNIER *ET AL.* 2016).

Nous avons utilisé la méthode du noyau fixe (Worton 1989) dans nos analyses. Ce choix est généralement privilégié dans les études sur l'utilisation de l'espace par les populations fauniques, car il fonctionne généralement mieux que l'approche par noyaux adaptatifs (Terrell et Scott 1992, Seaman et Powell 1996, Seaman *et al.* 1999, Kernohan *et al.* 2001). L'estimateur de la densité du noyau est très sensible à la valeur de largeur de bande utilisée (Silverman 1986). Nous avons décidé d'appliquer une valeur fixe arbitraire en fonction du plan d'échantillonnage des relevés. Comme nous avons utilisé un noyau normal bivarié, la largeur de bande (h) a les mêmes propriétés que l'écart-type (σ) sur une courbe normale. Étant donné que 99,99 % des valeurs dans une distribution normale se situent à l'intérieur de quatre écarts-types de la moyenne, 99,99 % de la densité dans une estimation de la densité de noyau centrée à un emplacement donné sont contenus dans un cercle de $4h$ autour de cet emplacement, où « h » est la largeur de bande. Étant donné que les observations sur les transects étaient représentatives de la répartition réelle des individus, nous avons voulu étendre ces données à l'espace non couvert entre les aires d'observation. Nous souhaitions cependant limiter l'influence de l'information obtenue sur un transect donné à l'espace entre le transect précédent et le suivant. Compte tenu du plan d'échantillonnage des relevés systématiques, nous avons choisi $h = 926$ m (0,5 mille marin; figure A2.1) pour les relevés photographiques et visuels effectués en été. L'utilisation de valeurs h différentes (p. ex. un h plus petit pour les relevés photographiques que pour les relevés visuels) aurait donné lieu à des emplacements de bélugas ayant une influence spatiale différente selon qu'ils aient été notés dans le cadre d'un relevé visuel ou d'un relevé photographique. De plus, la portée des observations dans les relevés photographiques était limitée (1990 – 2009) ou inférieure (2019) à environ 910 m de chaque côté du transect (empreinte des photos à la surface de l'eau). La plage d'influence d'une observation sur le bord d'un cadre est donc négligeable à l'extérieur de l'espace entre deux transects (figure A2.1), ce qui répond à notre souhait de limiter l'influence de l'interpolation à l'espace entre deux transects successifs. Pour les analyses par noyaux effectuées pendant les autres saisons, comme l'espacement entre les transects adjacents est plus large qu'en été, nous avons choisi $h = 1\,563$ m (0,84 mille marin).

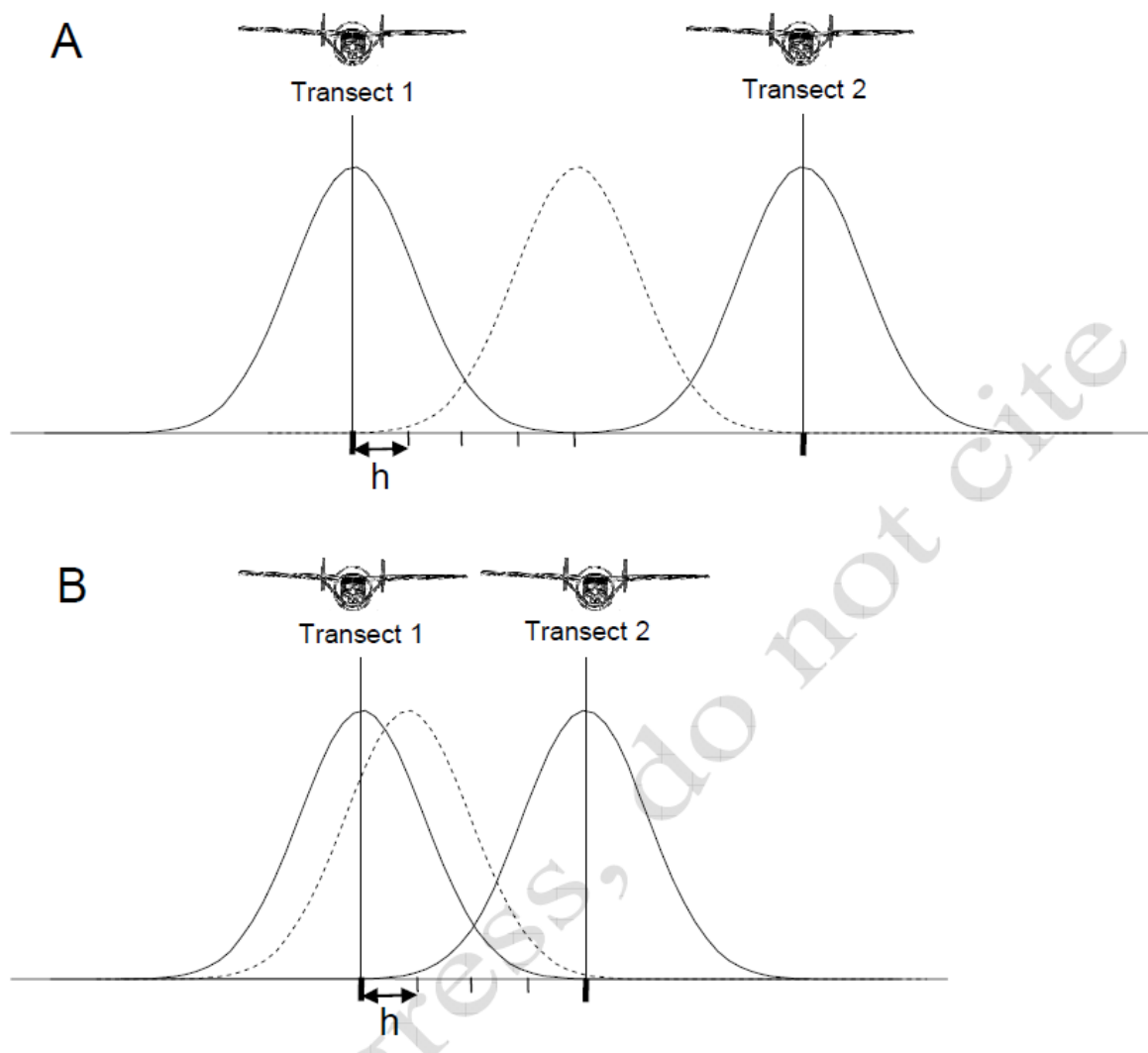


Figure A2.1. Représentation bidimensionnelle du lissage par noyau des valeurs obtenues sur les transects des relevés aériens. Une ligne pleine correspond à la plage d'influence d'un emplacement sur chaque transect. Une ligne pointillée indique que l'influence ne s'étend pas au-delà de l'autre transect, même si (A) l'observation est située à mi-chemin (c.-à-d. 2 milles marins) des deux transects dans les relevés visuels ou (B) sur la limite d'un cadre (c.-à-d. environ 0,5 mille marin) dans les relevés photographiques.

Références citées

Kernohan, B.J., Gitzen, R.A., et Millspaugh, J.J. 2001. Analysis of animal space use and movements. In: Marzluff, J.M. (Ed.), Radio Tracking and Animal Populations. Academic Press, San Diego, CA.

Seaman, D.E., et Powell, R.A. 1996. An evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. Ecology 77: 2075-2085.

-
- Seaman, D.E., Millspaugh, J.J., Kernohan, B.J., Brundige, G.C., Raedeke, K.J., et Gitzen, R.A. 1999. Effects of sample size on kernel home range estimates. *J. Wildl. Manage.* 63: 739–747.
- Silverman, B.W. 1986. *Density estimation for statistics and data analysis*. Chapman and Hall, London, UK.
- Terrell, G.R., et Scott, D.W. 1992 Variable kernel density estimation. *Ann. Stat.* 20:1236–1265.
- Worton, B. J. 1989. Kernel Methods for Estimating the Utilization Distribution in Home-Range Studies. *Ecology* 70:164–168.

ANNEXE 3. FONCTION DE DÉTECTION POUR LES RELEVÉS D'AUTOMNE, D'HIVER ET DE PRINTEMPS

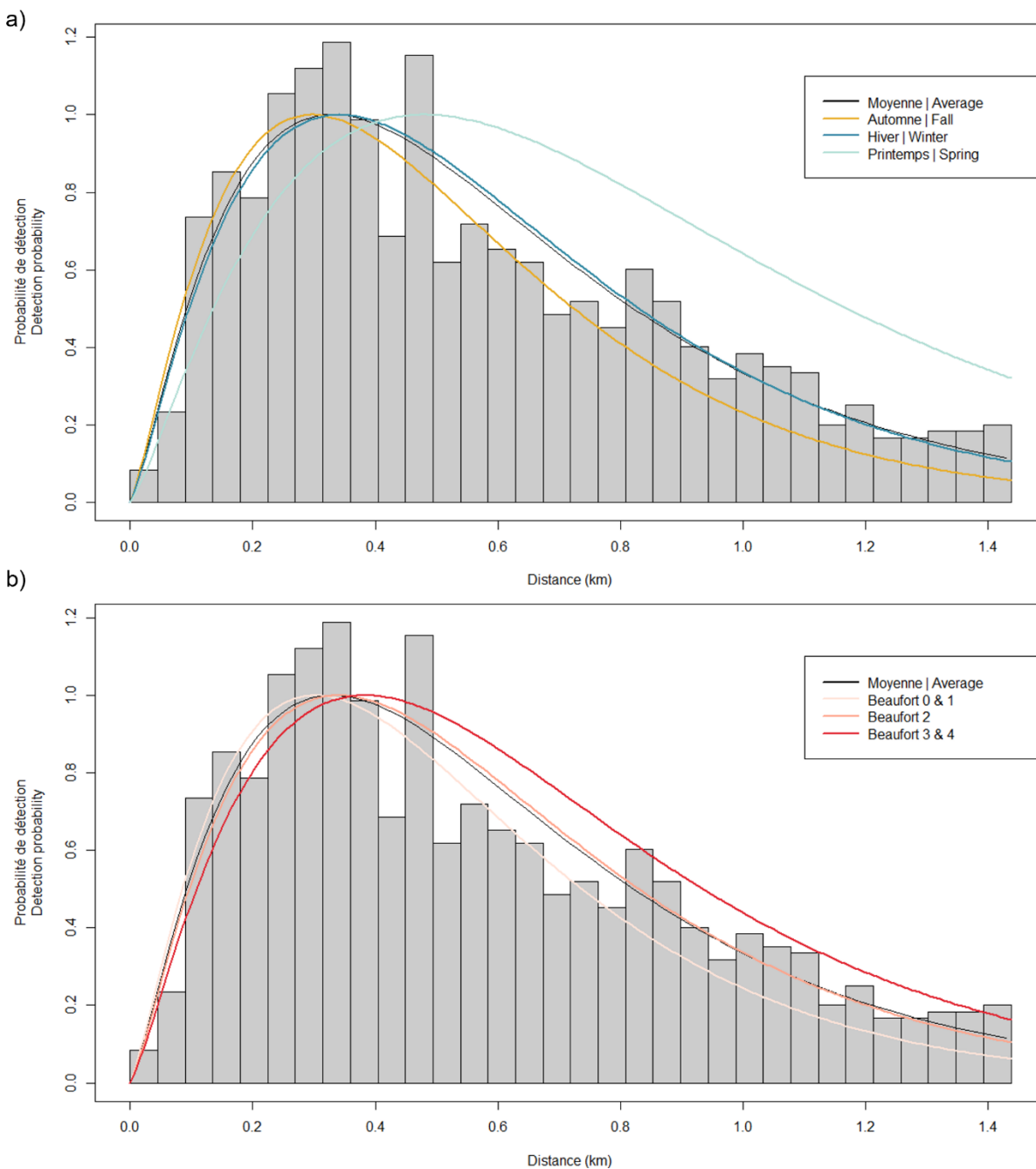


Figure A3.1. Histogrammes de la distance perpendiculaire observée et de la fonction de détection clé Gamma ajustée selon a) la saison et b) la variable de Beaufort pour les bélugas observés lors des relevés aériens systématiques par transects linéaires effectués dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent à l'automne, au printemps et à l'hiver entre 2012 et 2023. Cette analyse a utilisé une distance de troncature à droite de 1 437 m, et la fonction clé Gamma avec la saison et la variable de Beaufort comme covariables. Le nombre d'observations utilisé dans la courbe de détection était de 1 029, et la demi-largeur de bande effective (DLBE) était de 770 m.

ANNEXE 4. EMBLEMENTS ET TAILLES DES GROUPES DE BÉLUGAS DE L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT DÉTECTÉS DANS LE CADRE DES RELEVÉS AÉRIENS

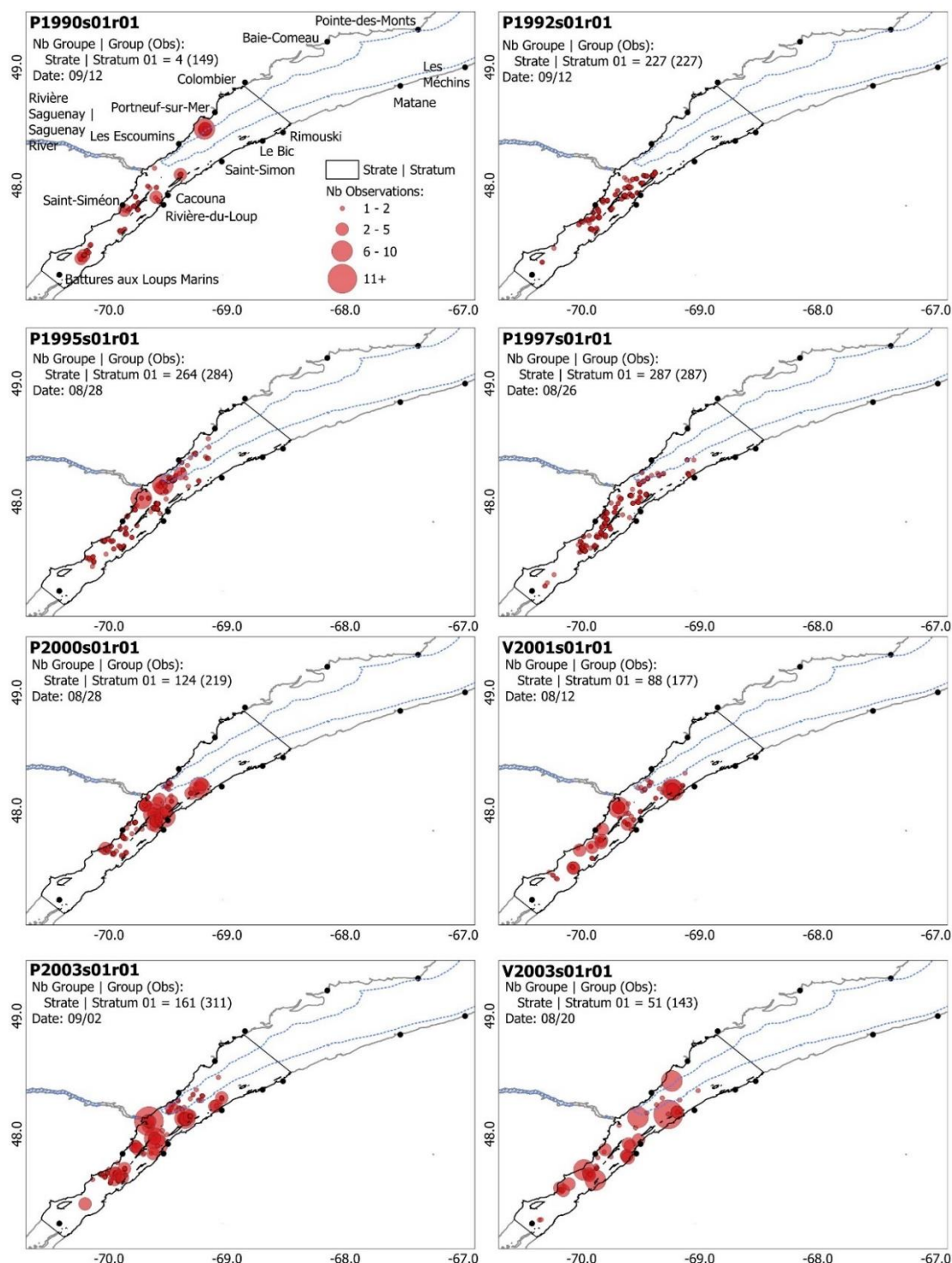


Figure A4.1. Superficie couverte, emplacements et taille des groupes de bélugas détectés par 60 relevés aériens systématiques photographiques et visuels par transects linéaires effectués au-dessus de l'estuaire du Saint-Laurent durant l'été (du début juillet à la mi-septembre) de 1990 à 2022. La première lettre des étiquettes des panneaux indique le type de relevé (P = photographique, V = visuel).

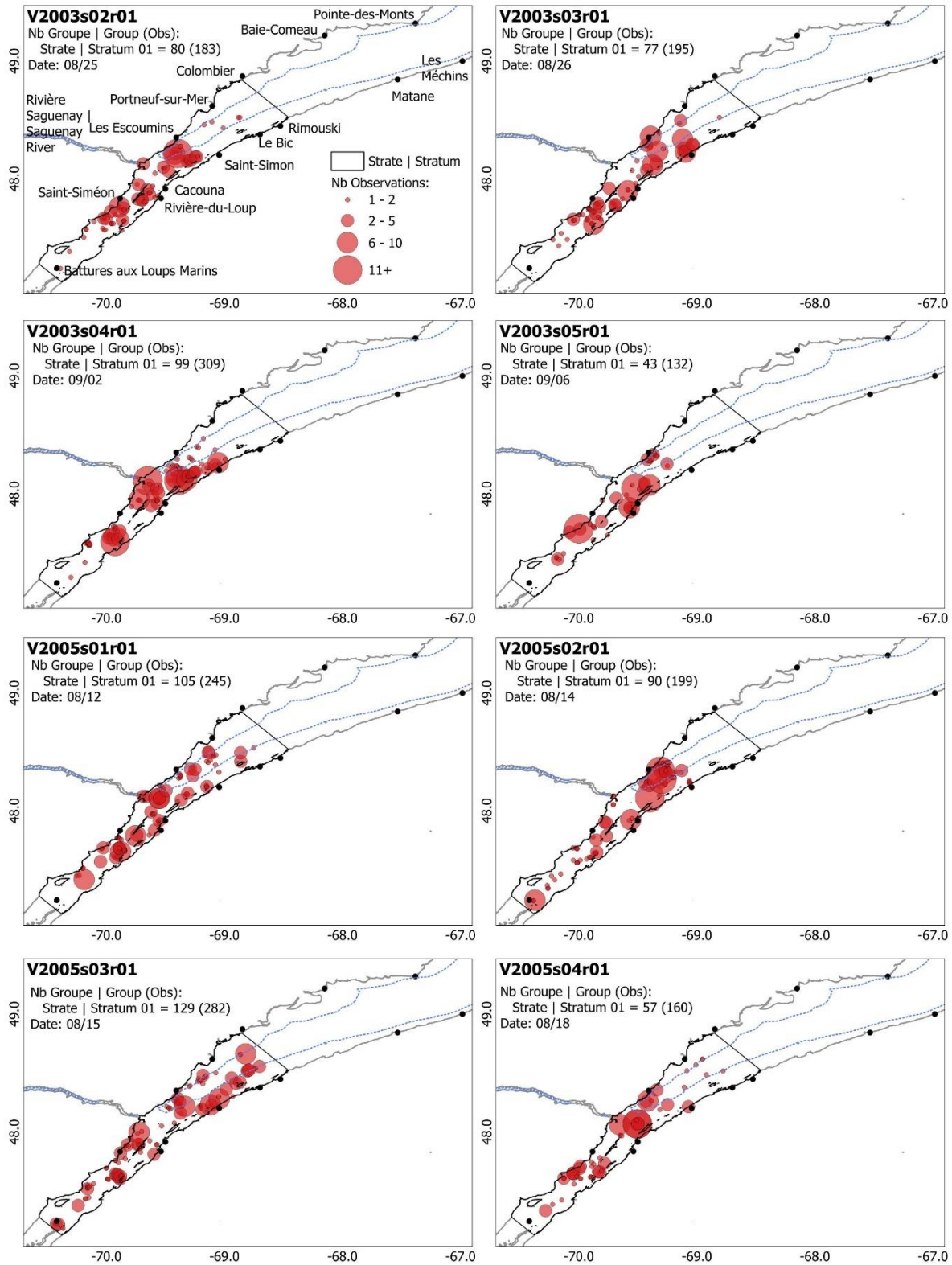


Figure A4.1. Suite.

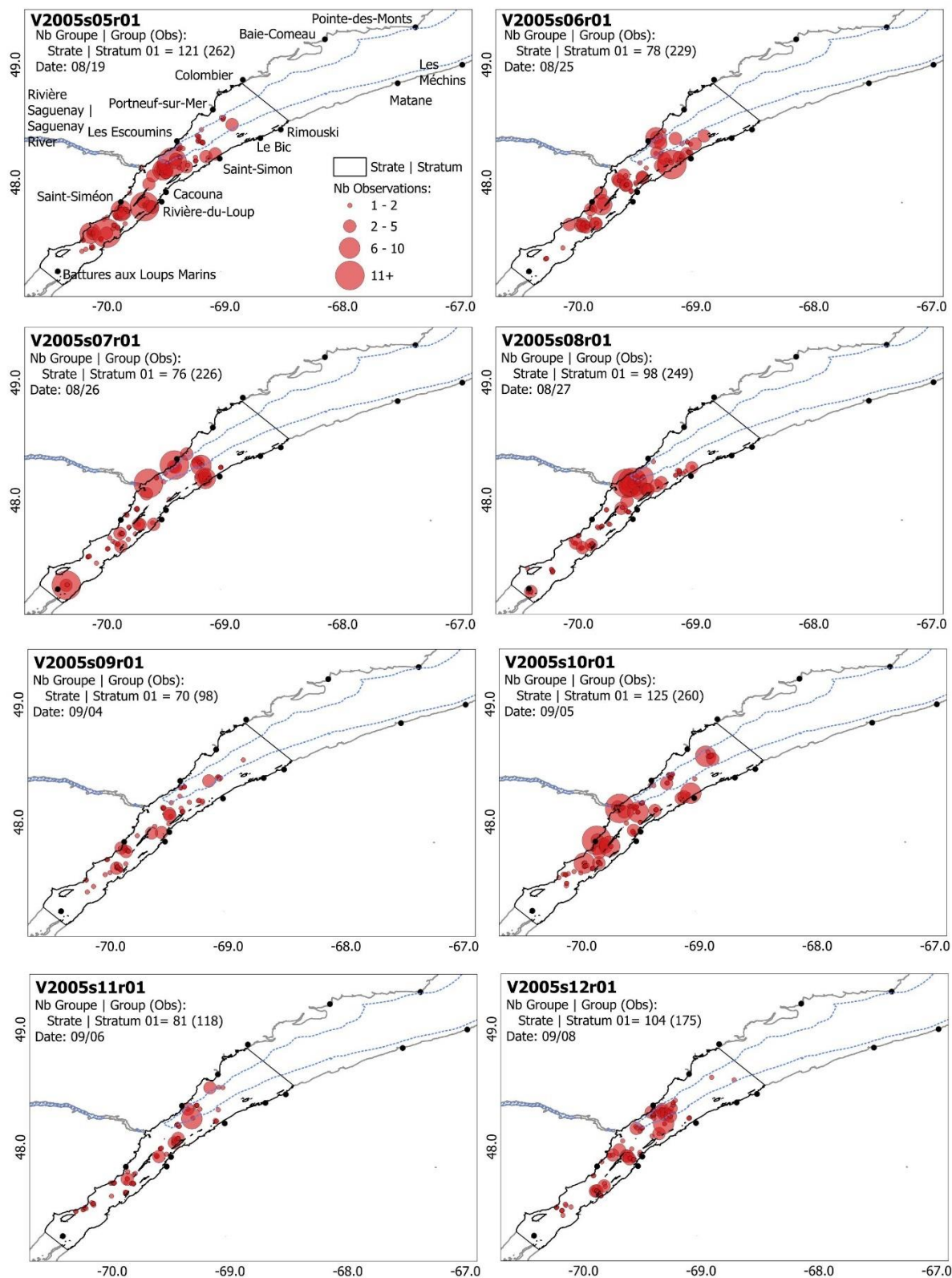


Figure A4.1. Suite.

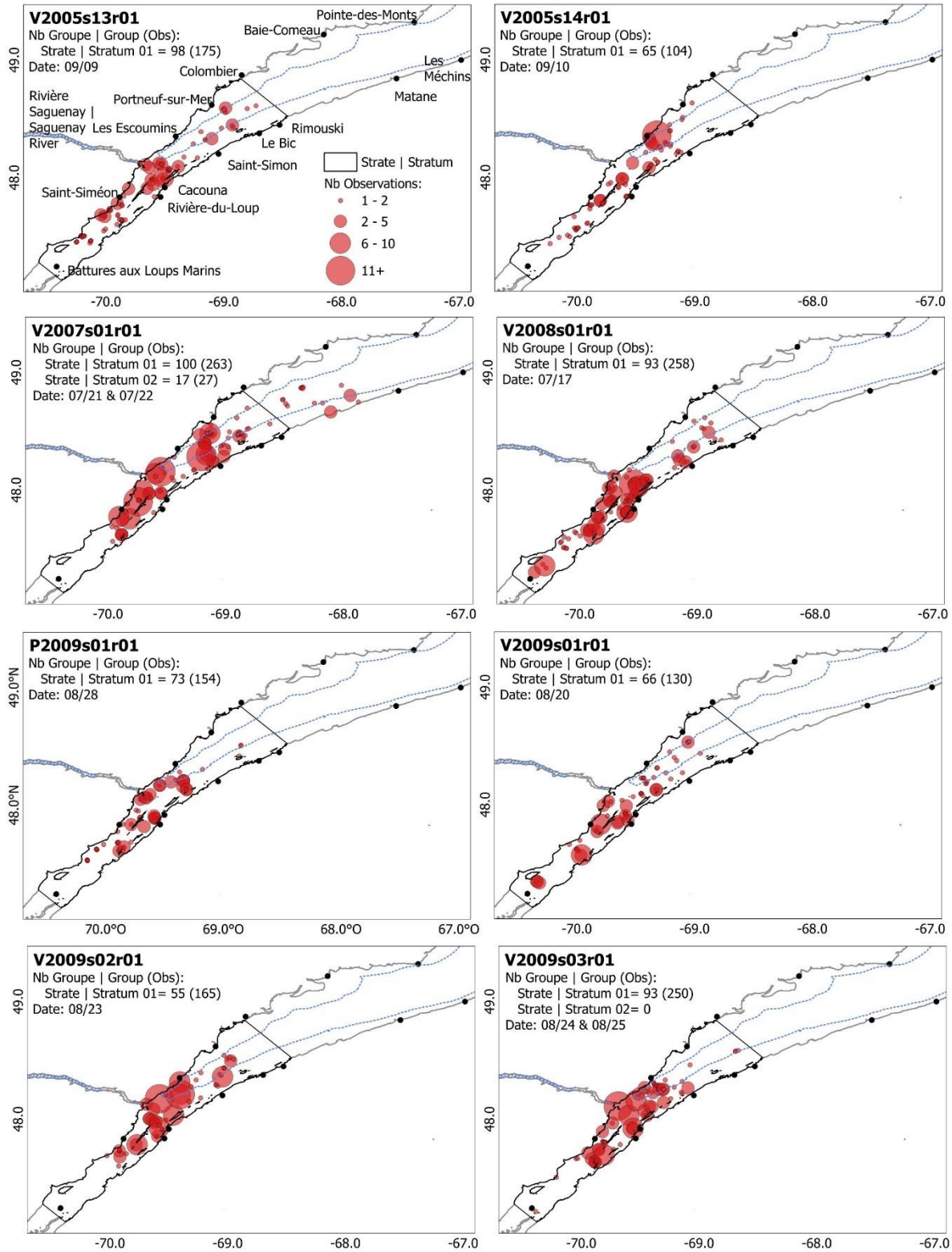


Figure A4.1. Suite.

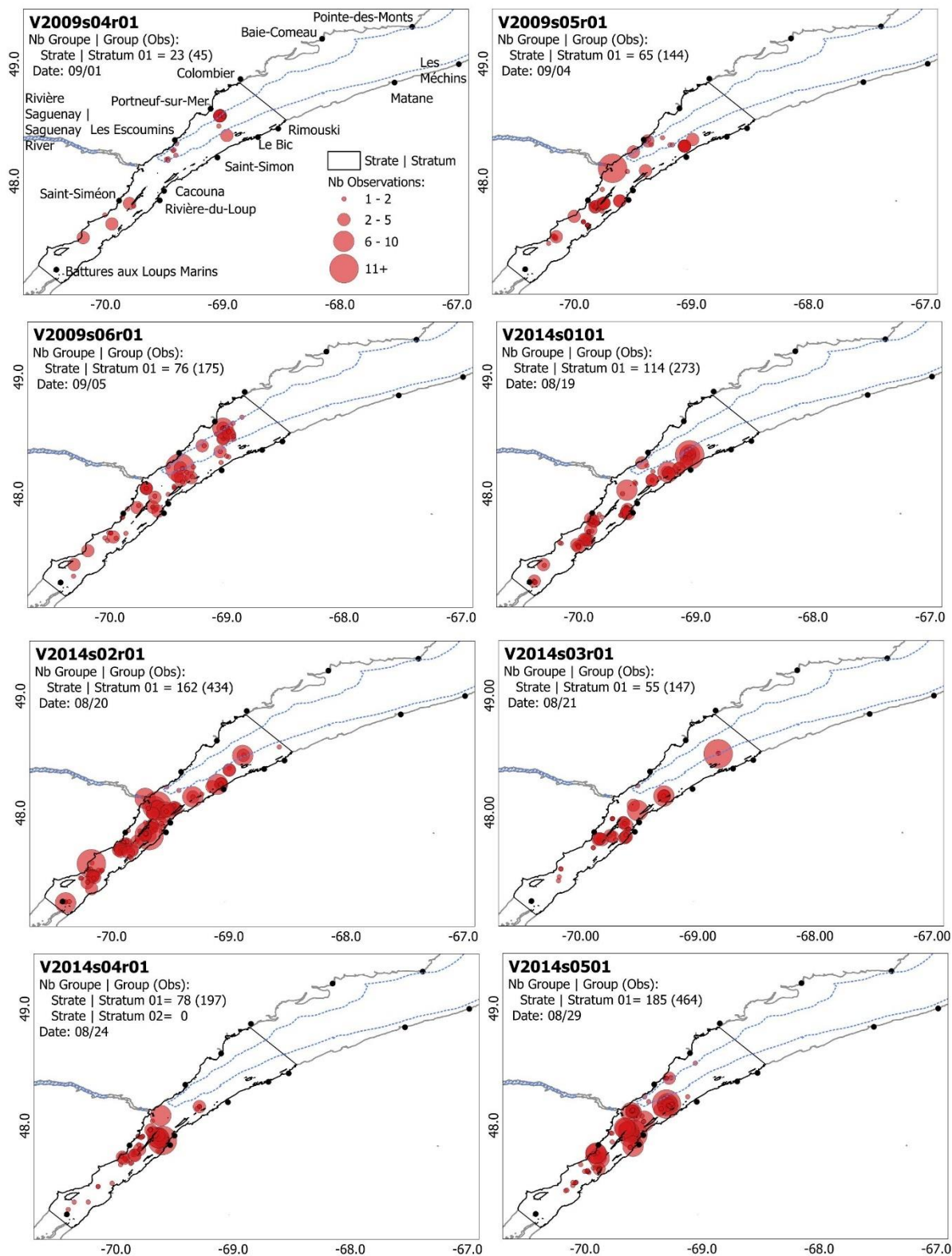


Figure A4.1. Suite.

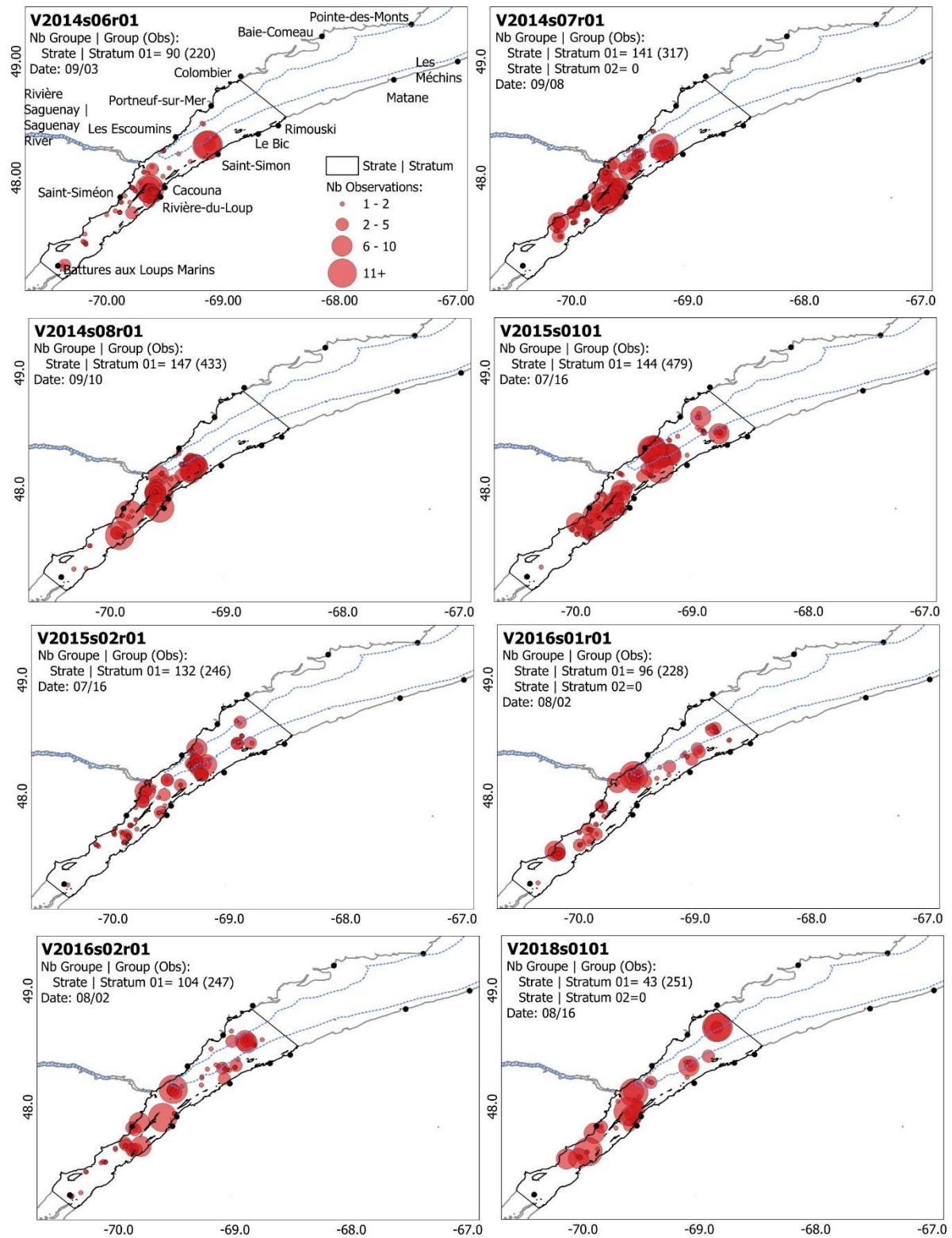


Figure A4.1. Suite.

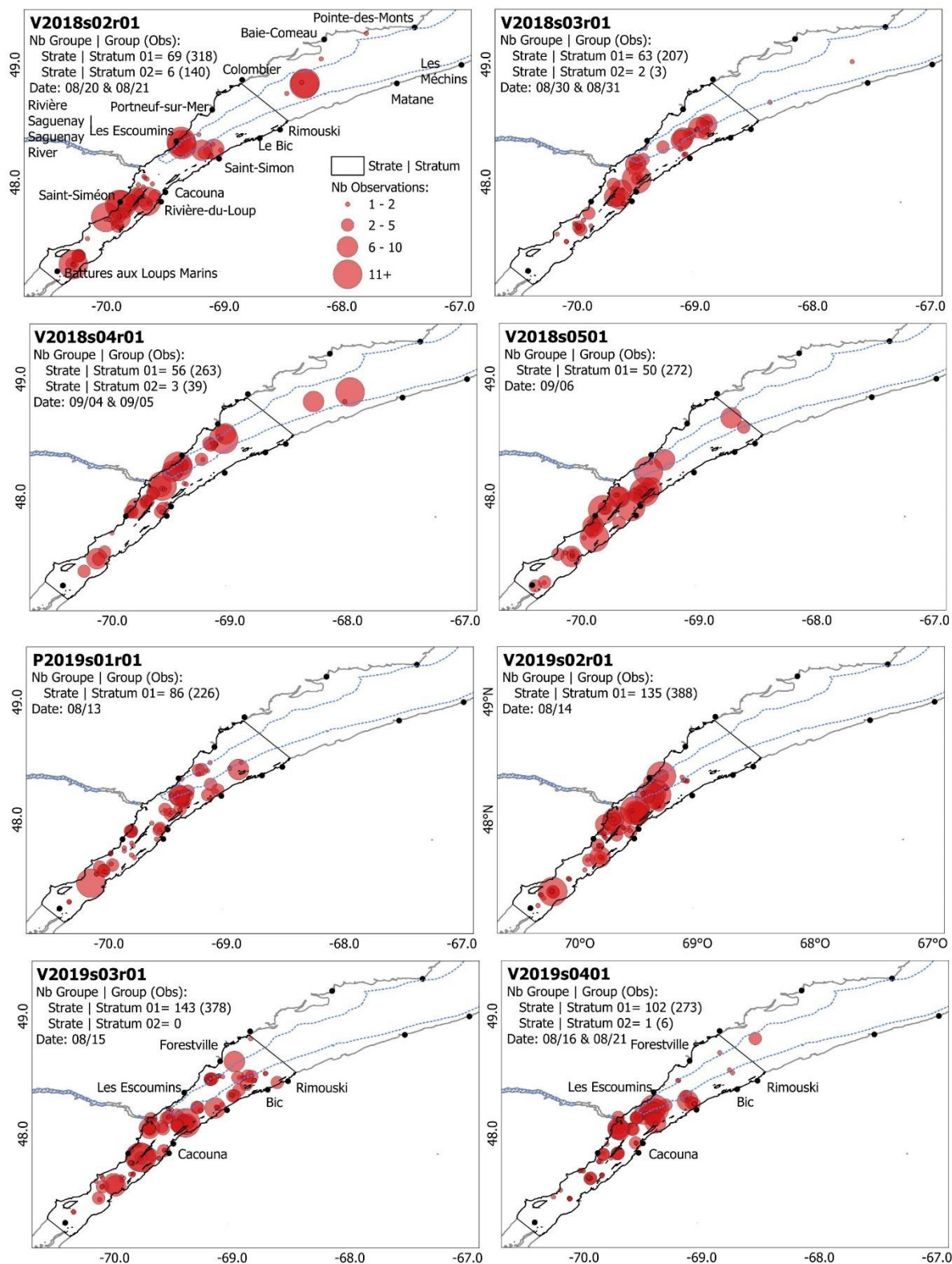


Figure A4.1. Suite.

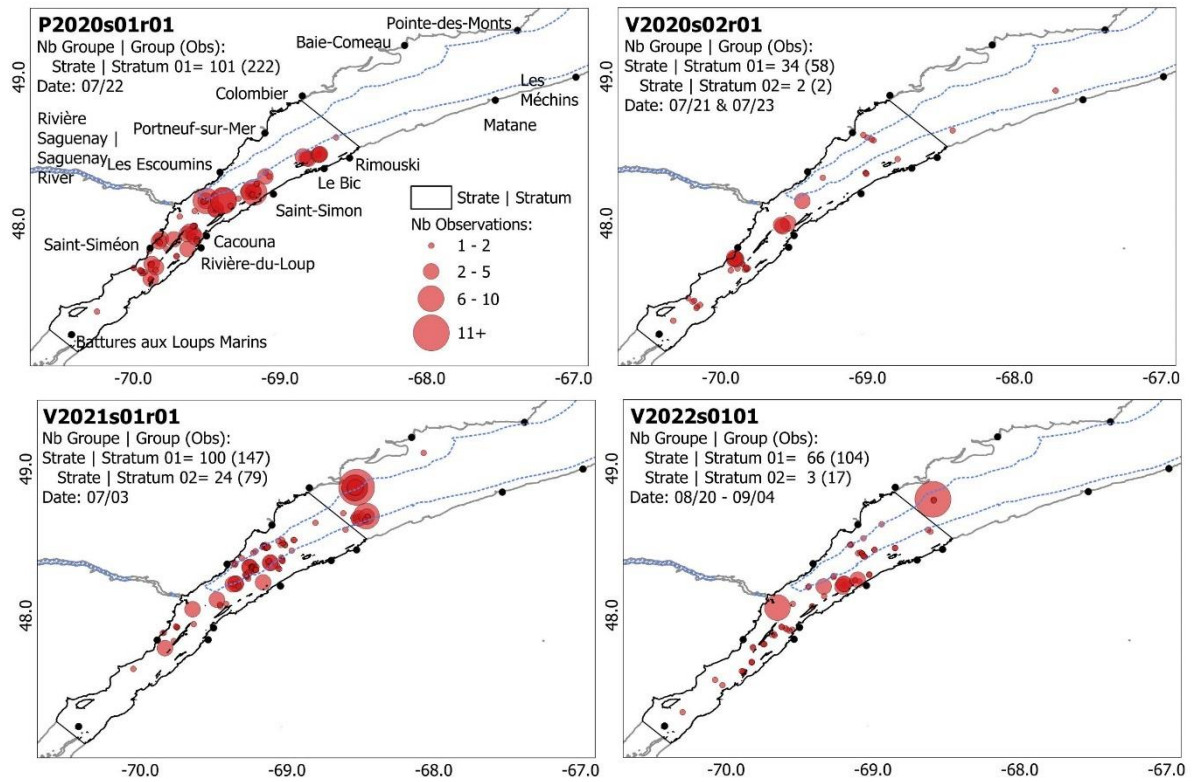


Figure A4.1. Suite.

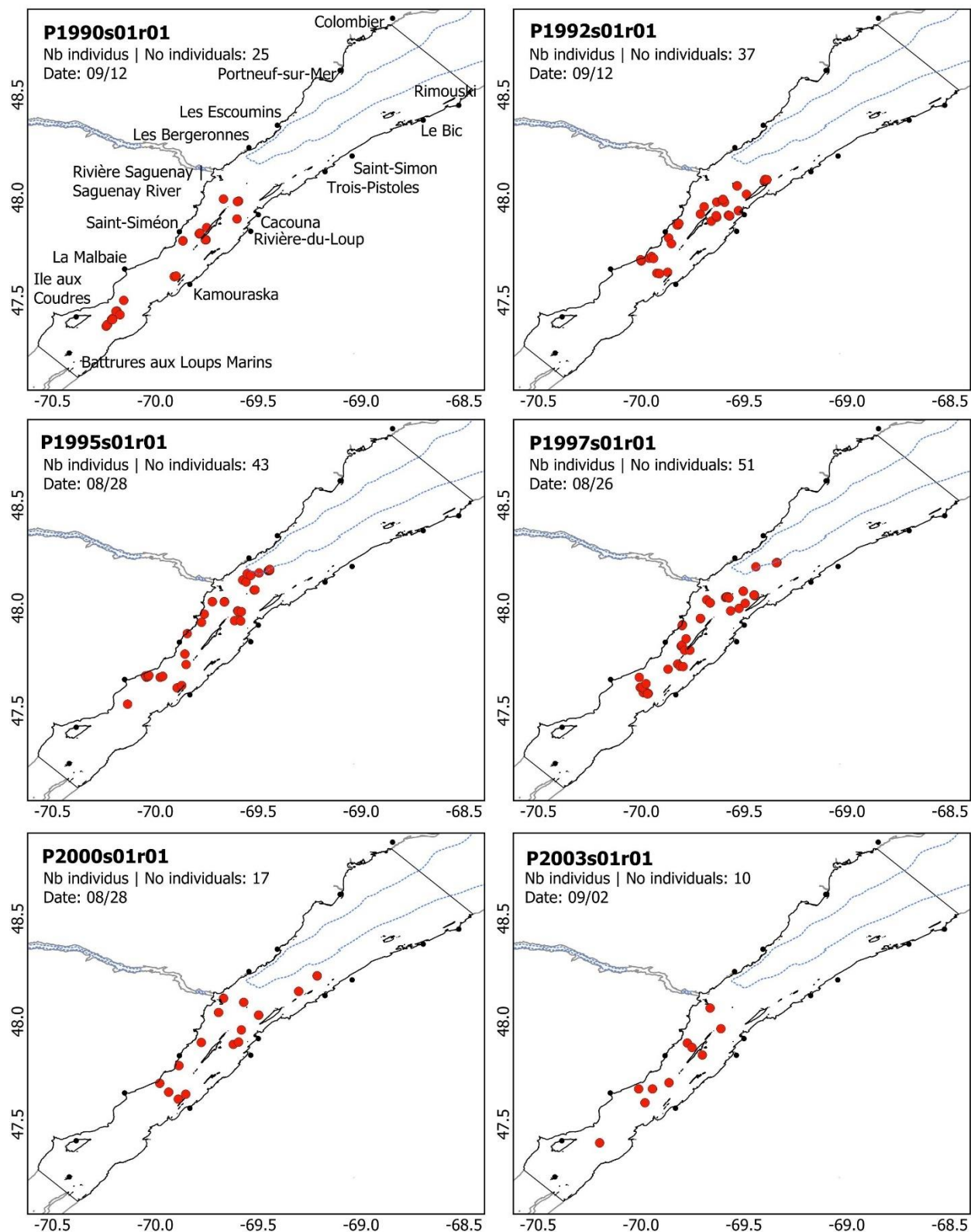


Figure A4.2. Zone étudiée, emplacements des veaux de bélugas détectés dans le cadre de onze relevés aériens photographiques systématiques effectués au-dessus de l'estuaire du Saint-Laurent en été (de la mi-août à la mi-septembre) de 1990 à 2019. Chaque point rouge représente un seul veau.

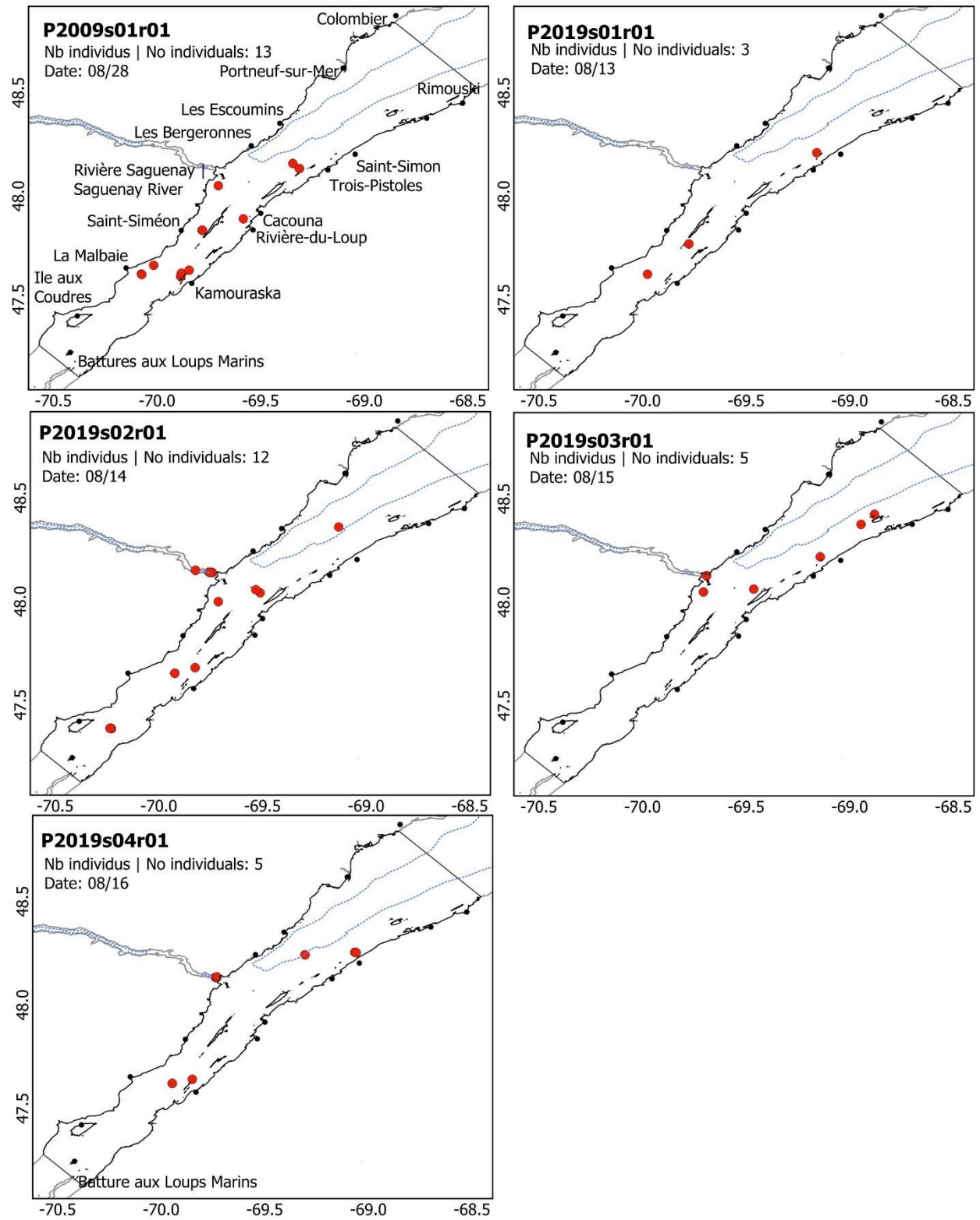


Figure A4.2. Suite.

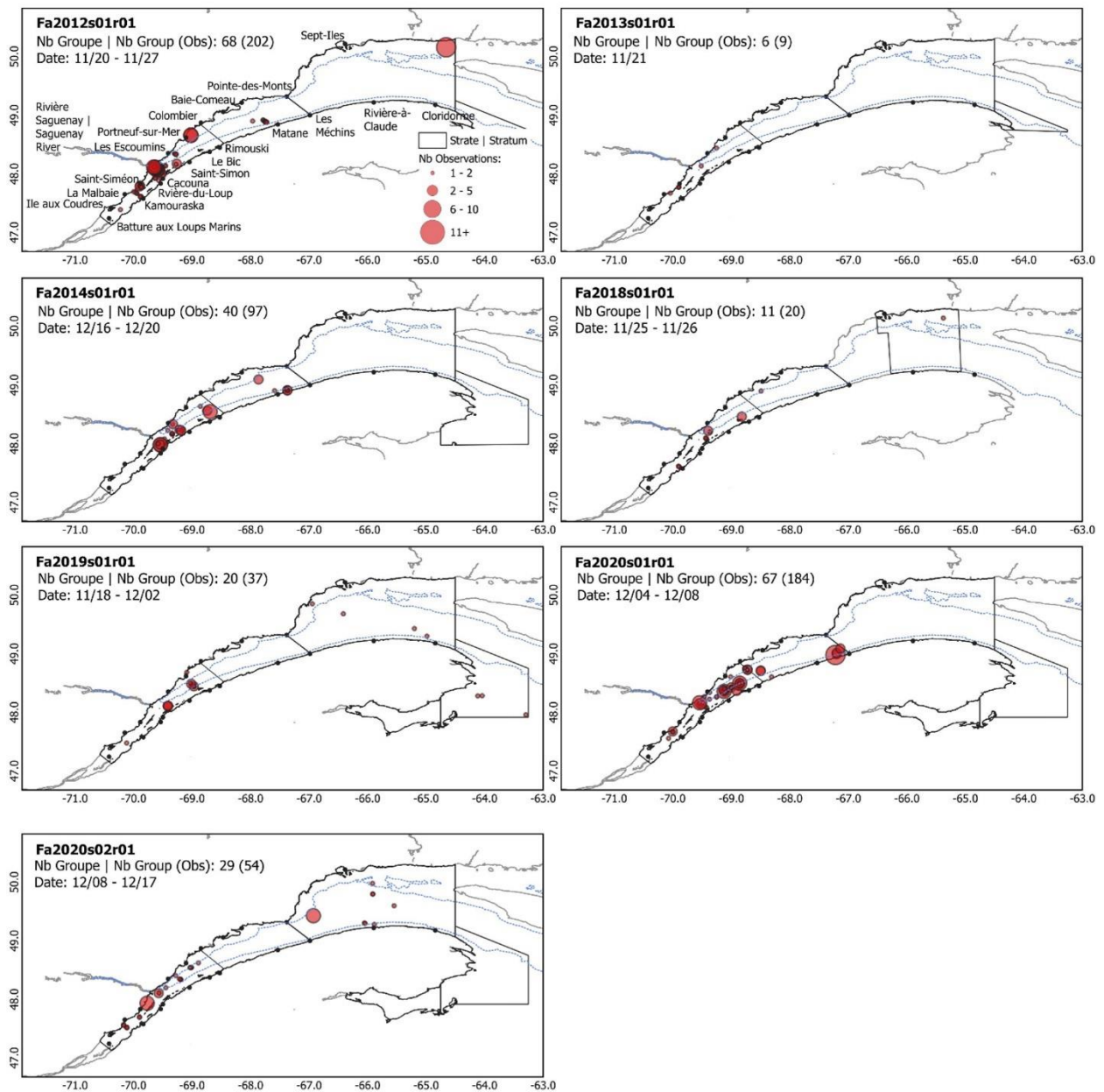


Figure A4.3. Zone étudiée, emplacements et taille des groupes de bélugas détectés dans le cadre de sept relevés aériens visuels systématiques par transects linéaires effectués dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent à l'automne (de la mi-novembre à la mi-décembre) de 2012 à 2020.

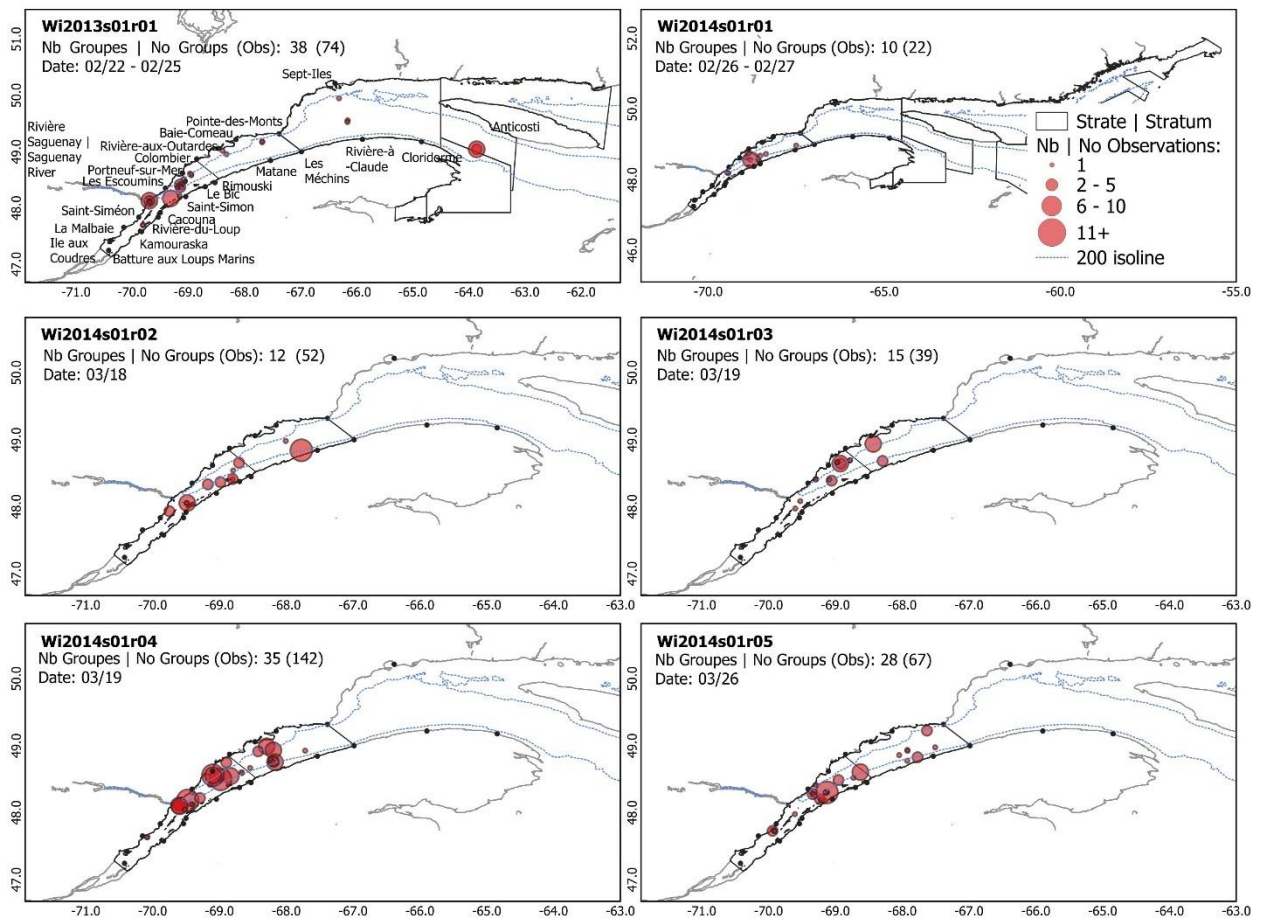


Figure A4.4. Zone étudiée, emplacements et taille des groupes de bélugas détectés dans le cadre de 21 relevés aériens visuels systématiques par transects linéaires effectués dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent pendant l'hiver (de la mi-janvier à la fin mars) de 2013 à 2023.

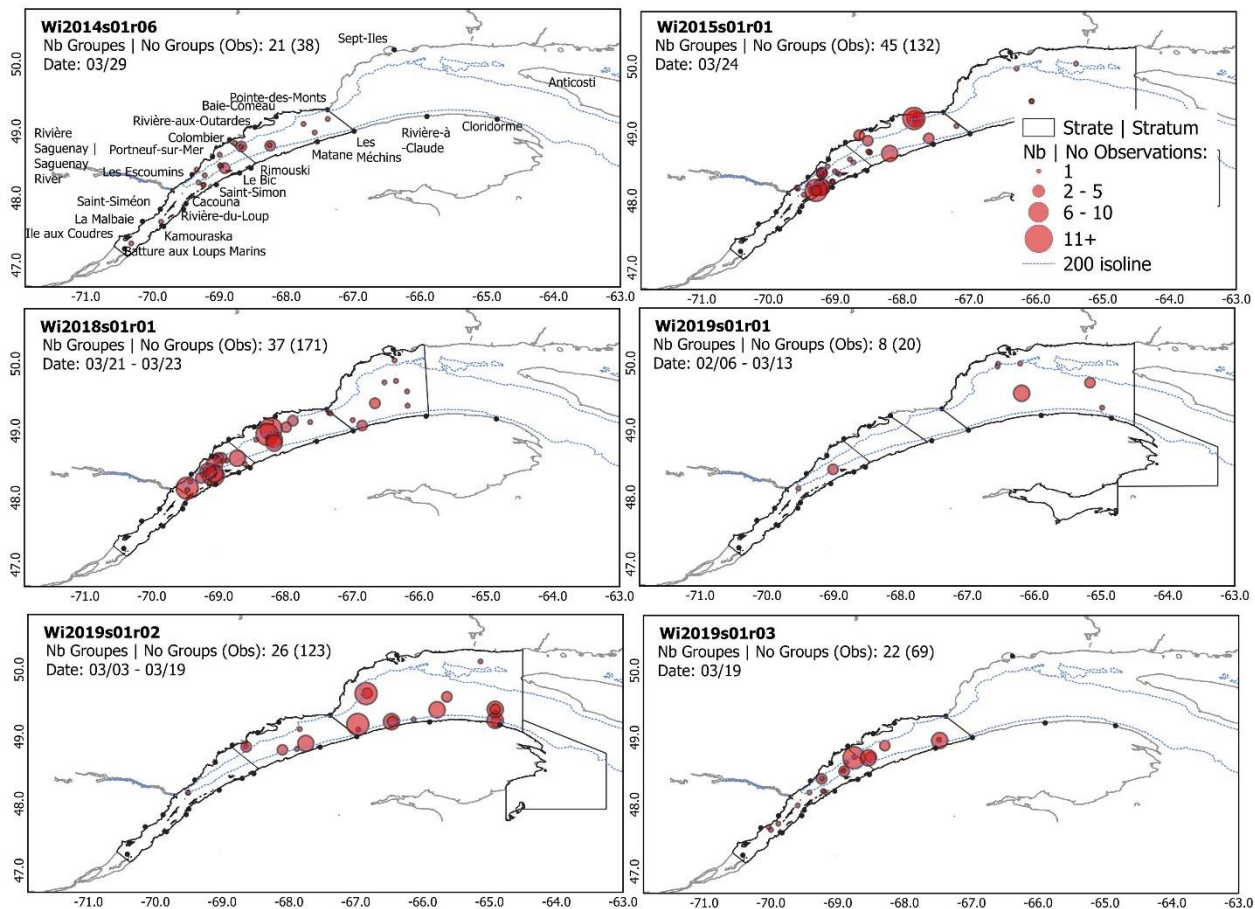


Figure A4.4. Suite.

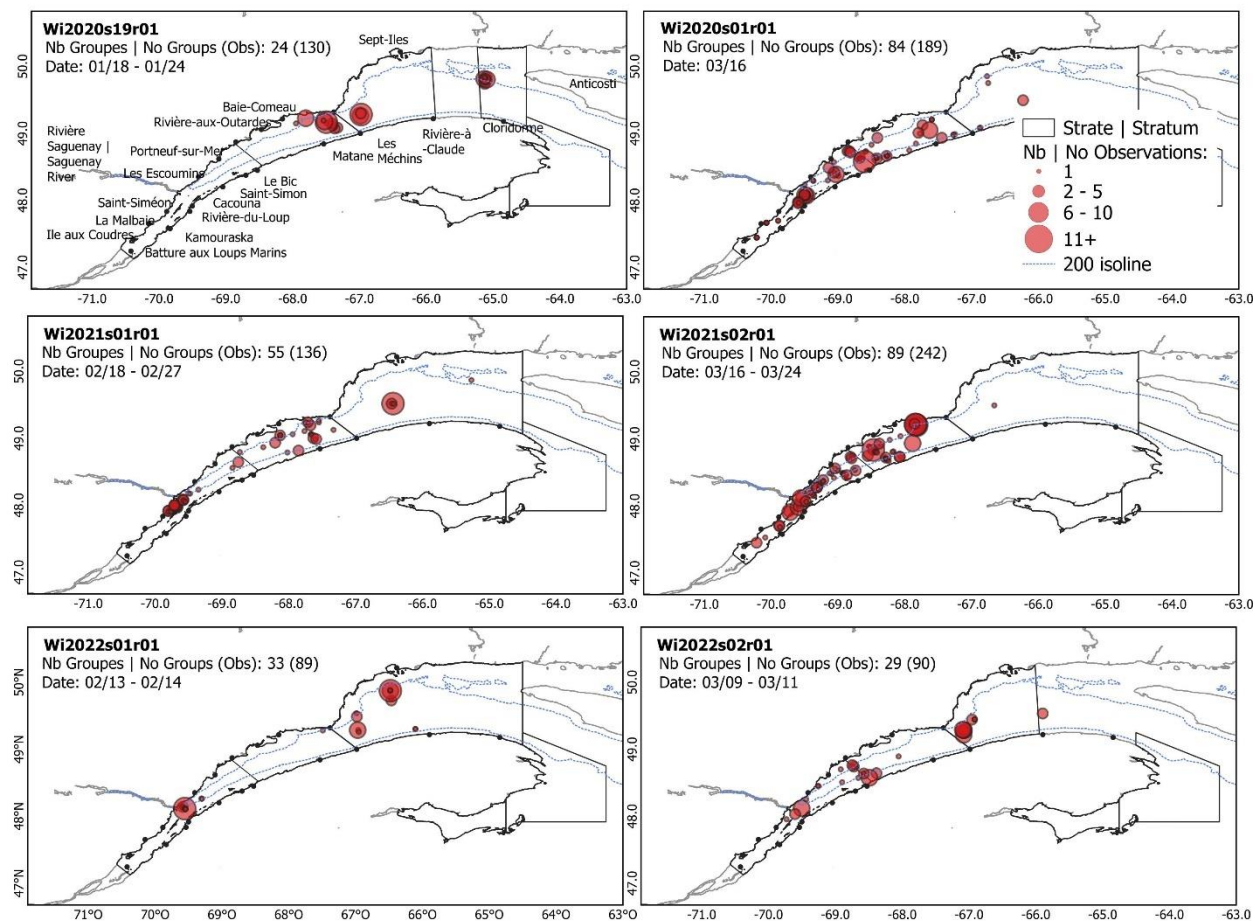


Figure A4.4. Suite.

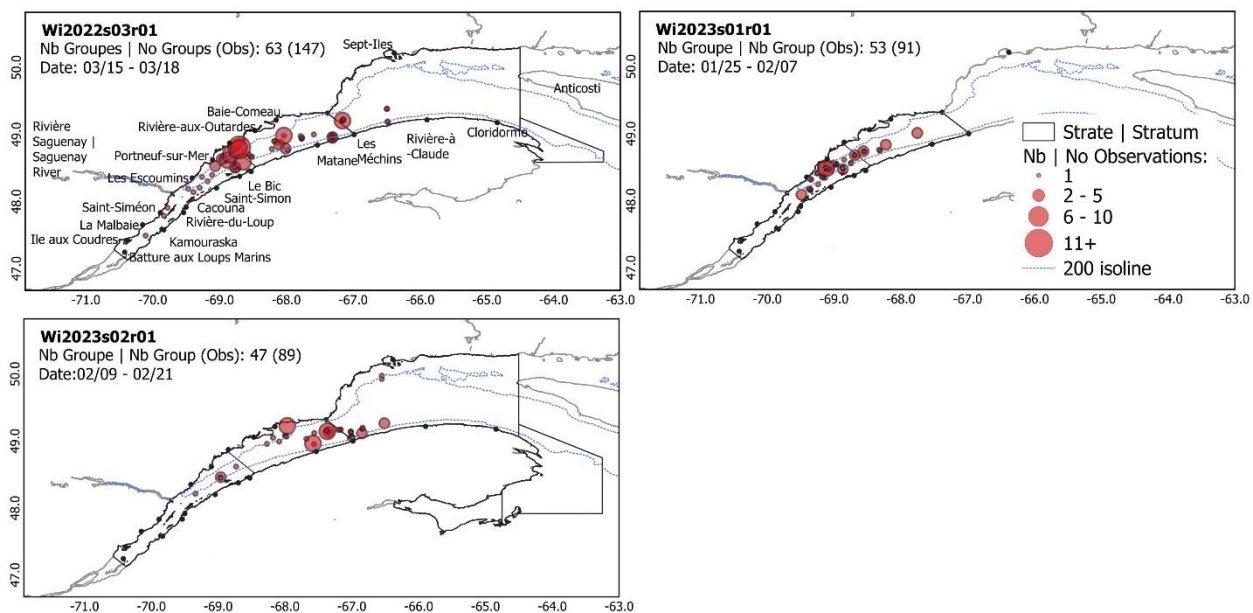


Figure A4.4. Suite.

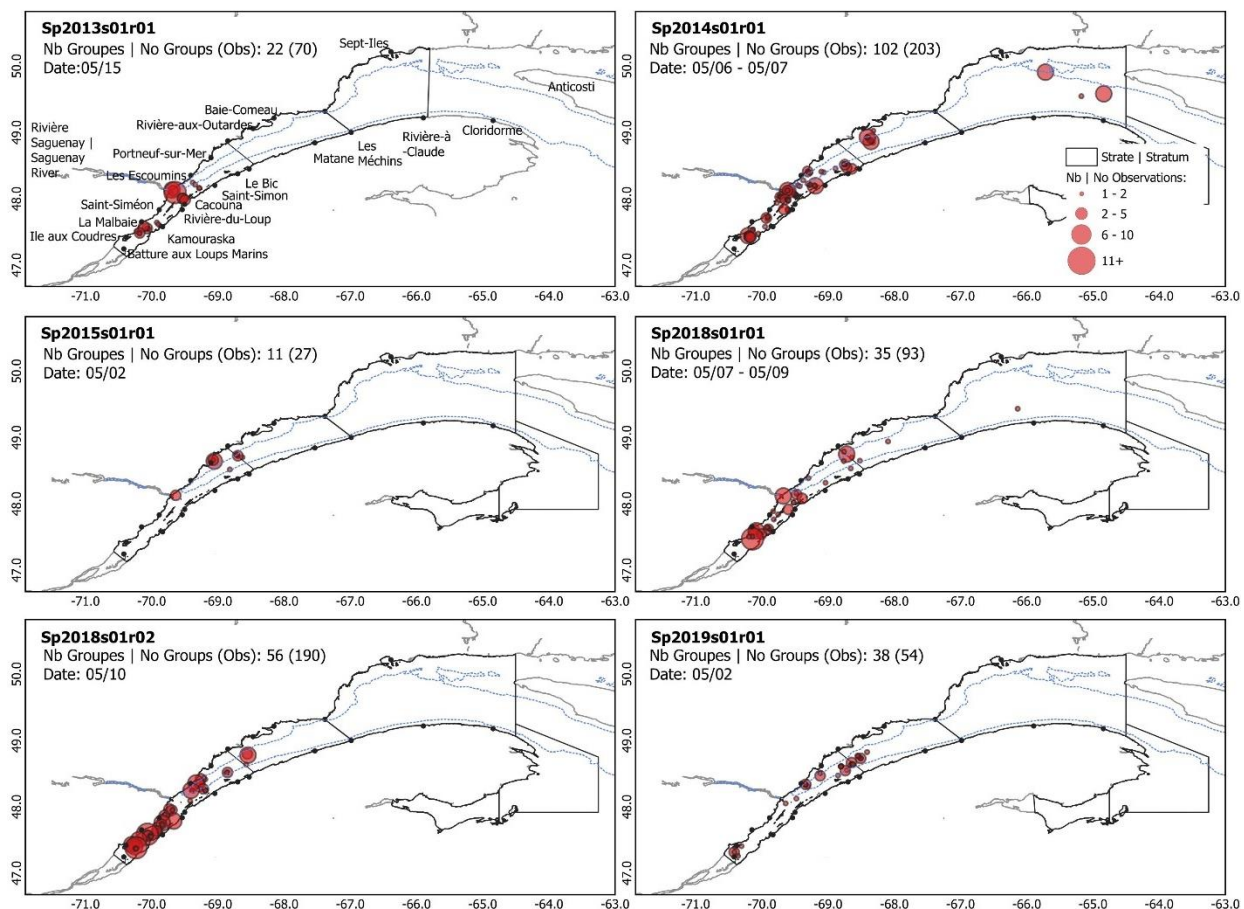


Figure A4.5. Zone étudiée, emplacements et tailles des groupes de bélugas détectés dans le cadre de six relevés aériens visuels systématiques par transects linéaires effectués dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent au printemps (du début à la mi-mai) de 2013 à 2019.

ANNEXE 5.

Tableau A5.1 Valeurs moyennes de la densité, du taux d'observation et de la taille prévue des groupes de bélugas pour toutes les strates de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent couvertes dans le cadre des relevés aériens systématiques par transects linéaires effectués à l'automne, à l'hiver et au printemps entre 2012 et 2023, d'après les résultats de la procédure de la méthode bootstrap (voir Méthodes). Les nombres entre parenthèses représentent l'intervalle de confiance à 95 % pour chaque valeur.

Année	Saison	Relevé	Strate	Densité moyenne	Taux d'observation moyen	Taille prévue moyenne du groupe
2012	Automne	Fa2012s01r01	1	0,096 (0,096 - 0,093)	0,132 (0,132 - 0,132)	2,619 (2,615 - 2,622)
			2	0,005 (0,005 - 0,004)	0,006 (0,006 - 0,006)	11 (11 - 11)
			3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
2013	Hiver	Wi2013s01r01	1	0,034 (0,034 - 0,033)	0,053 (0,053 - 0,053)	2,126 (2,123 - 2,127)
			2	0,001 (0,001 - 0,001)	0,001 (0,001 - 0,001)	1 (1 - 1)
			3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			4	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			5	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
2013	Printemps	Sp2103s01r01	7	0,005 (0,005 - 0,005)	0,007 (0,007 - 0,007)	3 (3 - 3)
			1	0,039 (0,039 - 0,039)	0,071 (0,071 - 0,071)	3,476 (3,469 - 3,482)
2013	Automne	Fa2013s01r01	2	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			1	0,007 (0,007 - 0,006)	0,009 (0,009 - 0,009)	1,502 (1,5 - 1,503)
			2	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
2014	Hiver	Wi2014s01r01	3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			1	0,016 (0,016 - 0,015)	0,024 (0,024 - 0,024)	2,183 (2,177 - 2,189)
			2	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			4	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			5	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			6	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			7	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			8	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
		Wi2014s01r02	1	0,024 (0,024 - 0,024)	0,039 (0,039 - 0,039)	3,3 (3,299 - 3,3)
		Wi2014s01r03	1	0,032 (0,032 - 0,032)	0,046 (0,046 - 0,046)	2,596 (2,596 - 2,596)
2014	Printemps	Wi2014s01r04	1	0,063 (0,063 - 0,062)	0,101 (0,101 - 0,101)	4,039 (4,036 - 4,042)
		Wi2014s01r05	1	0,044 (0,044 - 0,043)	0,07 (0,07 - 0,07)	2,39 (2,388 - 2,393)
		Wi2014s01r06	1	0,027 (0,027 - 0,027)	0,042 (0,042 - 0,042)	1,758 (1,757 - 1,759)
		Sp2014s01r01	1	0,085 (0,085 - 0,084)	0,16 (0,16 - 0,161)	1,965 (1,961 - 1,975)
			2	0,005 (0,005 - 0,005)	0,009 (0,009 - 0,009)	5,333 (5,333 - 5,333)
2014	Automne	Fa2014s01r01	3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			5	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			1	0,075 (0,075 - 0,073)	0,101 (0,101 - 0,101)	2,349 (2,342 - 2,356)
			2	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
2015	Hiver	Wi2015s01r01	3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			1	0,058 (0,058 - 0,057)	0,093 (0,093 - 0,093)	2,94 (2,936 - 2,943)
			2	0,001 (0,001 - 0,001)	0,002 (0,002 - 0,002)	1 (1 - 1)

Année	Saison	Relevé	Strate	Densité moyenne	Taux d'observation moyen	Taille prévue moyenne du groupe
2015	Printemps	Sp2015s01r01	3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			5	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			1	0,012 (0,012 - 0,012)	0,023 (0,023 - 0,023)	2,195 (2,193 - 2,196)
			2	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
2018	Hiver	Wi2018s01r01	1	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			2	0,095 (0,095 - 0,094)	0,15 (0,15 - 0,15)	4,921 (4,909 - 4,934)
			3	0,009 (0,009 - 0,009)	0,015 (0,015 - 0,015)	1,72 (1,719 - 1,721)
2018	Printemps	Sp2018s01r01	1	0,045 (0,045 - 0,045)	0,082 (0,082 - 0,083)	2,917 (2,901 - 2,975)
			2	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			5	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			1	0,095 (0,095 - 0,094)	0,177 (0,174 - 0,178)	3,513 (3,511 - 3,521)
2018	Automne	Fa2018s01r01	2	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			5	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			1	0,015 (0,015 - 0,015)	0,022 (0,022 - 0,022)	1,863 (1,859 - 1,867)
			2	0,001 (0,001 - 0,001)	0,001 (0,001 - 0,001)	1 (1 - 1)
2019	Hiver	Wi2019s01r01	1	0,004 (0,004 - 0,004)	0,005 (0,005 - 0,005)	2 (2 - 2)
			2	0,007 (0,007 - 0,006)	0,009 (0,009 - 0,009)	2,749 (2,742 - 2,756)
			3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			5	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			1	0,021 (0,021 - 0,021)	0,029 (0,029 - 0,029)	3,222 (3,222 - 3,222)
2019	Printemps	Sp2019s01r01	2	0,034 (0,034 - 0,034)	0,053 (0,053 - 0,053)	5,547 (5,544 - 5,55)
			3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			1	0,037 (0,037 - 0,037)	0,054 (0,054 - 0,054)	2,778 (2,773 - 2,783)
			1	0,022 (0,022 - 0,022)	0,043 (0,043 - 0,043)	1,354 (1,354 - 1,354)
			2	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
2019	Automne	Fa2019s0r01	3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			5	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			1	0,022 (0,022 - 0,021)	0,031 (0,031 - 0,031)	2,285 (2,281 - 2,289)
			2	0,001 (0,001 - 0,001)	0,001 (0,001 - 0,001)	1 (1 - 1)
			3	0,001 (0,001 - 0,001)	0,001 (0,001 - 0,001)	1 (1 - 1)
2020	Hiver	Wi2020s19r01	5	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			1	0,027 (0,027 - 0,027)	0,038 (0,038 - 0,038)	4,571 (4,567 - 4,576)
			2	0,034 (0,034 - 0,033)	0,045 (0,045 - 0,045)	6,429 (6,404 - 6,455)
			3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			5	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
2020	Automne	Fa2020s01r01	1	0,096 (0,096 - 0,095)	0,141 (0,139 - 0,141)	2,34 (2,339 - 2,345)
			2	0,003 (0,003 - 0,003)	0,004 (0,004 - 0,004)	1,78 (1,778 - 1,782)
			3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			1	0,106 (0,106 - 0,104)	0,141 (0,14 - 0,142)	2,92 (2,893 - 2,982)

Année	Saison	Relevé	Strate	Densité moyenne	Taux d'observation moyen	Taille prévue moyenne du groupe
2021	Hiver	Fa2020s02r01	2	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			5	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			1	0,021 (0,021 - 0,02)	0,029 (0,029 - 0,029)	1,643 (1,64 - 1,647)
			2	0,005 (0,005 - 0,005)	0,008 (0,008 - 0,008)	2,339 (2,334 - 2,344)
		Wi2021s01r01	3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			5	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			1	0,061 (0,061 - 0,061)	0,091 (0,091 - 0,091)	2,464 (2,463 - 2,465)
			2	0,007 (0,007 - 0,007)	0,011 (0,011 - 0,011)	5 (5 - 5)
			3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
		Wi2021s02r01	5	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			1	0,127 (0,127 - 0,126)	0,193 (0,193 - 0,193)	2,488 (2,486 - 2,49)
			2	0 (0 - 0)	0,001 (0,001 - 0,001)	1 (1 - 1)
			3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			5	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
2022	Hiver	Wi2022s01r01	1	0,029 (0,029 - 0,028)	0,039 (0,039 - 0,039)	2,111 (2,111 - 2,111)
			2	0,013 (0,013 - 0,012)	0,02 (0,02 - 0,02)	2,494 (2,489 - 2,499)
			3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			5	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
		Wi2022s02r01	1	0,01 (0,01 - 0,01)	0,013 (0,013 - 0,013)	3 (3 - 3)
			2	0,022 (0,022 - 0,022)	0,031 (0,031 - 0,031)	4,084 (4,077 - 4,091)
			3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			5	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
		Wi2022s03r01	1	0,065 (0,065 - 0,064)	0,101 (0,101 - 0,101)	2,208 (2,203 - 2,213)
			2	0,005 (0,005 - 0,005)	0,007 (0,007 - 0,007)	1,474 (1,472 - 1,477)
			3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
		Wi2023s01r01	1	0,054 (0,054 - 0,054)	0,079 (0,079 - 0,079)	1,689 (1,685 - 1,694)
			1	0,034 (0,034 - 0,029)	0,047 (0,04 - 0,048)	2,59 (2,327 - 2,608)
			2	0,011 (0,011 - 0,011)	0,017 (0,017 - 0,017)	1,443 (1,442 - 1,445)
			3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
			5	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)

ANNEXE 6.

Tableau A6.1. Indices d'abondance obtenus à partir de la procédure de la méthode bootstrap pour toutes les strates de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent couvertes dans le cadre des relevés aériens visuels par transects linéaires effectués en automne, en hiver et au printemps entre 2012 et 2023. L'utilisation du facteur de correction de la perception pour tous les relevés est de 0,554 (CV = 0,093). Les abondances par strate représentent la moyenne de tous les relevés pour une strate donnée, tandis que l'abondance totale est la somme des moyennes des strates. Le CV final est lié à l'abondance entièrement corrigée.

Année	Saison	Relevé	Strate	Indice d'abondance de surface (variance)	Biais de disponibilité	Abondance (variance) corrigée pour la disponibilité et la perception	Dénombrements dans la rivière Saguenay	Abondance entièrement corrigée (IC à 95 %, y compris les dénombrements de la rivière Saguenay)	CV final
2012	Automne	Fa2012s01r01	1	1 153 (485 557)	0,506 (0,002)	4 097 (6 372 657)	18	4 115 (1 359-12 458)	0,613
			2	101 (9 969)	0,38 (0,001)	477 (226 595)	-	477 (94-2 433)	0,997
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
2013	Hiver	Wi2013s01r01	1	405 (35 354)	0,524 (0,002)	1 390 (443 851)	3	1 393 (572-3 390)	0,478
			2	16 (242)	0,502 (0,001)	56 (3 148)	-	56 (11-287)	1,01
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			4	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			7	31 (925)	0,686 (0,003)	81 (6 444)	-	81 (16-410)	0,996
2013	Printemps	Sp2103s01r01	1	469 (109 924)	0,499 (0,001)	1 689 (1 467 840)	0	1 689 (478-5 971)	0,717
			2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
2013	Automne	Fa2013s01r01	1	79 (2 528)	0,543 (0,002)	262 (28 617)	1	263 (83-833)	0,642
			2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
2014	Hiver	Wi2014s01r01	1	188 (12 107)	0,487 (0,001)	692 (171 515)	NA	692 (234-2 047)	0,599
			2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			4	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0

Année	Saison	Relevé	Strate	Indice d'abondance de surface (variance)	Biais de disponibilité	Abondance (variance) corrigée pour la disponibilité et la perception	Dénombrements dans la rivière Saguenay	Abondance entièrement corrigée (IC à 95 %, y compris les dénombrements de la rivière Saguenay)	CV final
2014	Printemps	Wi2014s01r02 Wi2014s01r03 Wi2014s01r04 Wi2014s01r05 Wi2014s01r06 Sp2014s01r01	6	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			7	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			8	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			1	259 (10 705)	0,522 (0,002)	890 (138 243)	0	890 (406-1 954)	0,418
			1	338 (18 251)	0,469 (0,001)	1 293 (292 017)	0	1 293 (589-2 839)	0,418
			1	756 (67 149)	0,48 (0,001)	2 827 (1 056 201)	4	2 831 (1 421- 5 642)	0,363
			1	528 (40 639)	0,509 (0,002)	1 862 (556 413)	0	1 862 (875-3 967)	0,401
			1	322 (12 535)	0,507 (0,002)	1 141 (176 123)	0	1 141 (568-2 294)	0,368
			1	1 027 (139 169)	0,563 (0,002)	3 280 (1 575 135)	0	3 280 (1 589- 6 769)	0,383
		Fa2014s01r01	2	104 (4 556)	0,483 (0,001)	387 (65 067)	-	387 (119-1 256)	0,659
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			1	908 (139 688)	0,498 (0,001)	3 272 (1 971 988)	15	3 287 (1 474- 7 334)	0,427
			2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
		Wi2015s01r01	1	700 (88 237)	0,513 (0,002)	2 452 (1 171 213)	0	2 452 (1 073- 5 606)	0,441
2015	Hiver	Wi2015s01r01	2	33 (372)	0,503 (0,002)	119 (4 943)	-	119 (40-348)	0,593
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			1	145 (9 203)	0,504 (0,002)	518 (121 001)	0	518 (156-1 713)	0,672
		Sp2015s01r01	2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0

Année	Saison	Relevé	Strate	Indice d'abondance de surface (variance)	Biais de disponibilité	Abondance (variance) corrigée pour la disponibilité et la perception	Dénombrements dans la rivière Saguenay	Abondance entièrement corrigée (IC à 95 %, y compris les dénombrements de la rivière Saguenay)	CV final
2018	Hiver	Wi2018s01r01	1	905 (106 379)	0,549 (0,002)	2 963 (1 268 530)	0	2 963 (1 442-6 088)	0,38
			2	99 (1 105)	0,54 (0,002)	328 (13 814)	-	328 (166-648)	0,358
2018	Printemps	Sp2018s01r01	1	546 (47 142)	0,518 (0,002)	1 894 (619 844)	10	1 904 (874-4 148)	0,413
			2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
		Sp2018s01r02	1	1 151 (166 377)	0,524 (0,002)	3 944 (2 181 135)	1	3 945 (1 940-8 022)	0,374
			2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
2018	Automne	Fa2018s01r01	1	185 (7 808)	0,465 (0,001)	714 (123 997)	0	714 (286-1 782)	0,493
			2	8 (65)	0,457 (0,001)	32 (1 011)	-	32 (6-163)	1,005
2019	Hiver	Wi2019s01r01	1	37 (822)	0,427 (0,001)	154 (14 869)	0	154 (39-604)	0,791
			2	146 (6 929)	0,513 (0,002)	512 (88 919)	-	512 (178-1 477)	0,582
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
		Wi2019s01r02	1	257 (12 797)	0,457 (0,001)	1 009 (212 103)	0	1 009 (430-2 367)	0,457
			2	760 (86 828)	0,562 (0,002)	2 431 (974 564)	-	2 431 (1 130-5 228)	0,406
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
		Wi2019s01r03	1	446 (19 651)	0,505 (0,002)	1 587 (285 308)	0	1 587 (835-3 016)	0,337
2019	Printemps	Sp2019s01r01	1	262 (9 831)	0,537 (0,002)	877 (121 138)	0	877 (414-1 856)	0,397
			2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0

Année	Saison	Relevé	Strate	Indice d'abondance de surface (variance)	Biais de disponibilité	Abondance (variance) corrigée pour la disponibilité et la perception	Dénombrements dans la rivière Saguenay	Abondance entièrement corrigée (IC à 95 %, y compris les dénombrements de la rivière Saguenay)	CV final
2019	Automne	Fa2019s0r01	1	264 (31 422)	0,471 (0,001)	1 007 (472 456)	0	1 007 (300-3 384)	0,683
			2	21 (201)	0,463 (0,001)	80 (3 111)	-	80 (24-275)	0,693
			3	9 (69)	0,426 (0,001)	36 (1 249)	-	36 (7-180)	0,969
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
2020	Hiver	Wi2020s19r01	1	326 (64 075)	0,529 (0,002)	1 108 (756 855)	0	1 108 (285-4 310)	0,785
			2	759 (274 210)	0,52 (0,002)	2 622 (3 371 066)	-	2 622 (760-9 043)	0,7
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
		Wi2020s01r01	1	1 161 (105 138)	0,52 (0,002)	4 013 (1 491 874)	0	4 013 (2 239-7 192)	0,304
			2	63 (1 223)	0,496 (0,001)	227 (16 795)	-	227 (80-643)	0,57
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
2020	Automne	Fa2020s01r01	1	1 283 (231 917)	0,479 (0,001)	4 806 (3 591 731)	0	4 806 (2 281-10 125)	0,394
			2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
		Fa2020s02r01	1	247 (12 811)	0,459 (0,001)	968 (209 837)	0	968 (401-2 336)	0,473
			2	119 (4 921)	0,455 (0,001)	471 (79 931)	-	471 (158-1 397)	0,601
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
		Wi2021s01r01	1	739 (67 192)	0,498 (0,001)	2 668 (978 919)	0	2 668 (1 320-5 392)	0,371
			2	154 (23 378)	0,526 (0,002)	524 (276 555)	-	524 (102-2 690)	1,003
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0

Année	Saison	Relevé	Strate	Indice d'abondance de surface (variance)	Biais de disponibilité	Abondance (variance) corrigée pour la disponibilité et la perception	Dénombrements dans la rivière Saguenay	Abondance entièrement corrigée (IC à 95 %, y compris les dénombrements de la rivière Saguenay)	CV final
2022	Hiver	Wi2021s02r01	1	1 533 (149 257)	0,51 (0,002)	5 396 (2 274 275)	0	53 96 (3 153-9 237)	0,279
			2	8 (62)	0,433 (0,001)	33 (1 073)	-	33 (6-168)	1,006
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
		Wi2022s01r01	1	347 (94 519)	0,441 (0,001)	1 413 (1 598 216)	0	1 413 (314-6 352)	0,895
			2	216 (31 822)	0,456 (0,001)	850 (504 325)	-	850 (204-3 538)	0,835
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
		Wi2022s02r01	1	152 (4 925)	0,498 (0,001)	547 (68 423)	0	547 (225-1 331)	0,478
			2	217 (36 924)	0,49 (0,001)	795 (504 542)	-	795 (177-3 568)	0,894
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
		Wi2022s03r01	1	779 (36 774)	0,529 (0,002)	2646 (526 918)	0	2 646 (1 560-4 486)	0,274
			2	114 (8 125)	0,496 (0,001)	415 (109 219)	-	415 (105-1 639)	0,797
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
2023	Hiver	Wi2023s01r01	1	657 (60 269)	0,47 (0,001)	2 510 (971 513)	3	2 513 (1 197-5 274)	0,392
			2	415 (35 829)	0,445 (0,001)	1 676 (624 374)	1	1 677 (697-4 033)	0,471
			3	242 (23 328)	0,519 (0,002)	837 (289 225)	-	837 (265-2 649)	0,642
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
		Wi2023s02r01	1	415 (35 829)	0,445 (0,001)	1 676 (624 374)	1	1 677 (697-4 033)	0,471
			2	242 (23 328)	0,519 (0,002)	837 (289 225)	-	837 (265-2 649)	0,642
			3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0
			5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	0 (0-0)	0

ANNEXE 7. DENSITÉS SAISONNIÈRES DES NOYAUX PAR ANNÉE DE RELEVÉ

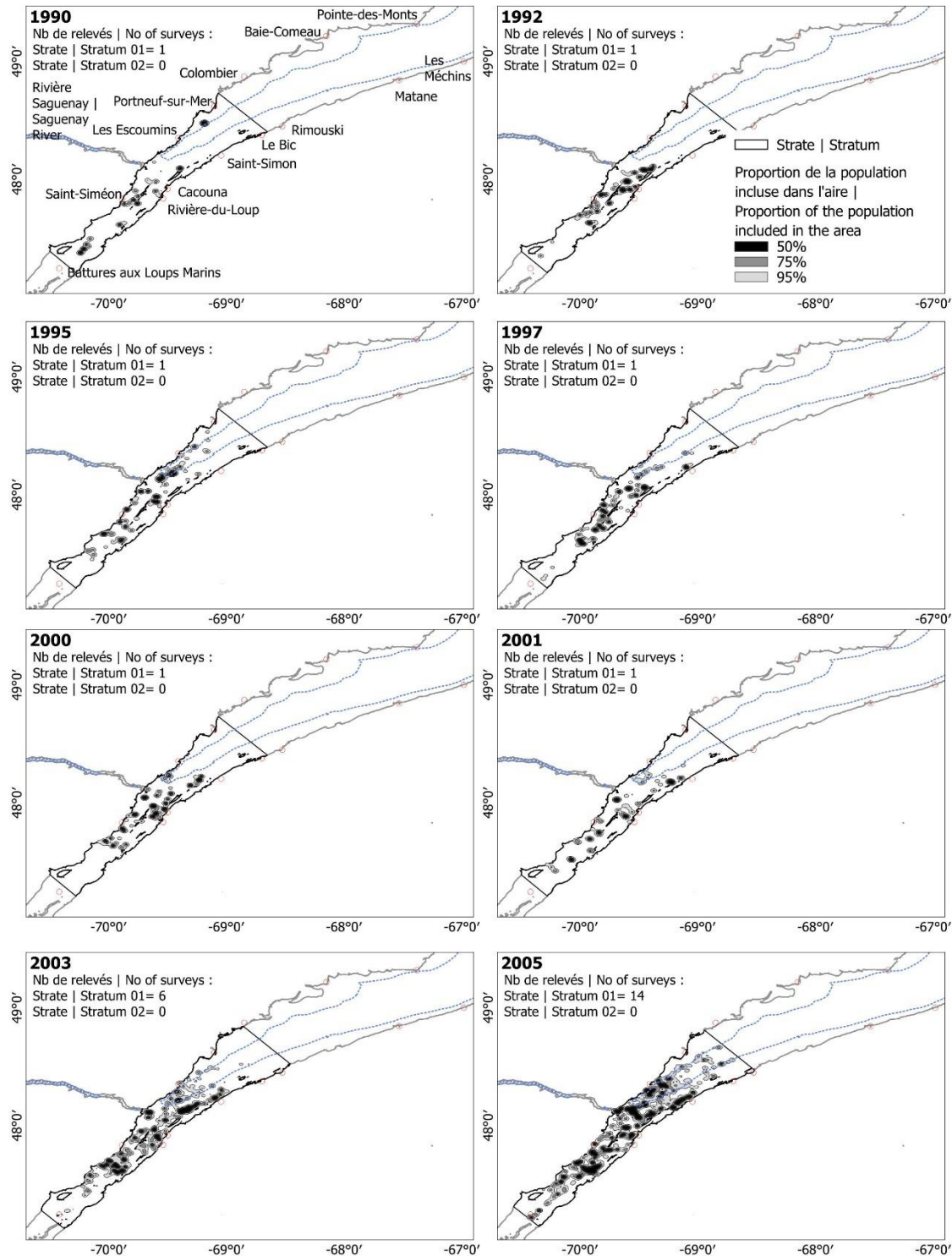


Figure A7.1. Zones comprenant 95 %, 75 % et 50 % de la population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent estimées à partir d'un noyau annuel moyen calculé à partir des détections lors des relevés aériens systématiques photographiques et visuels par transects linéaires effectués sur l'estuaire du Saint-Laurent en été (du début juillet à la mi-septembre) de 1990 à 2022.

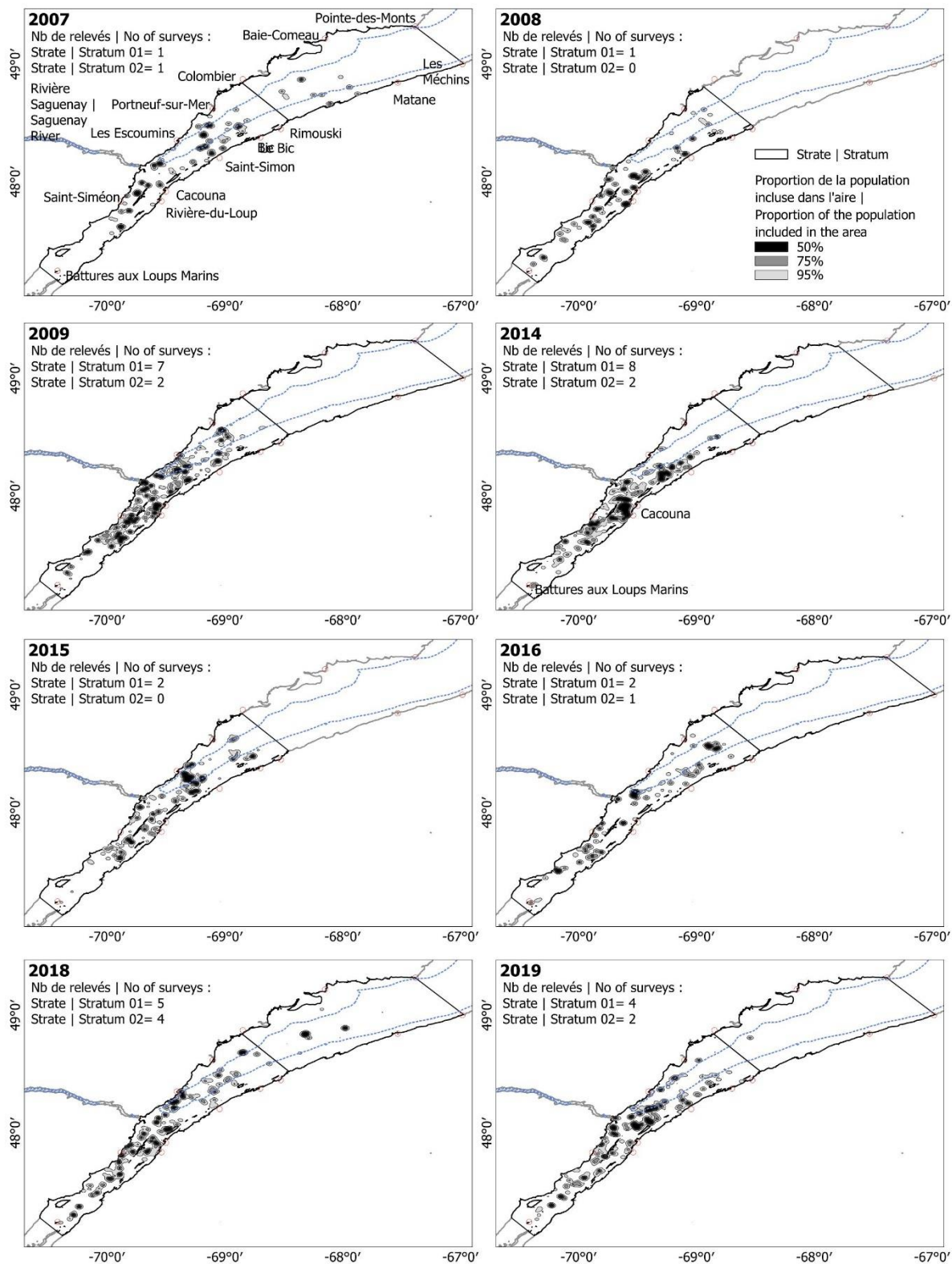


Figure A7.1. Suite.

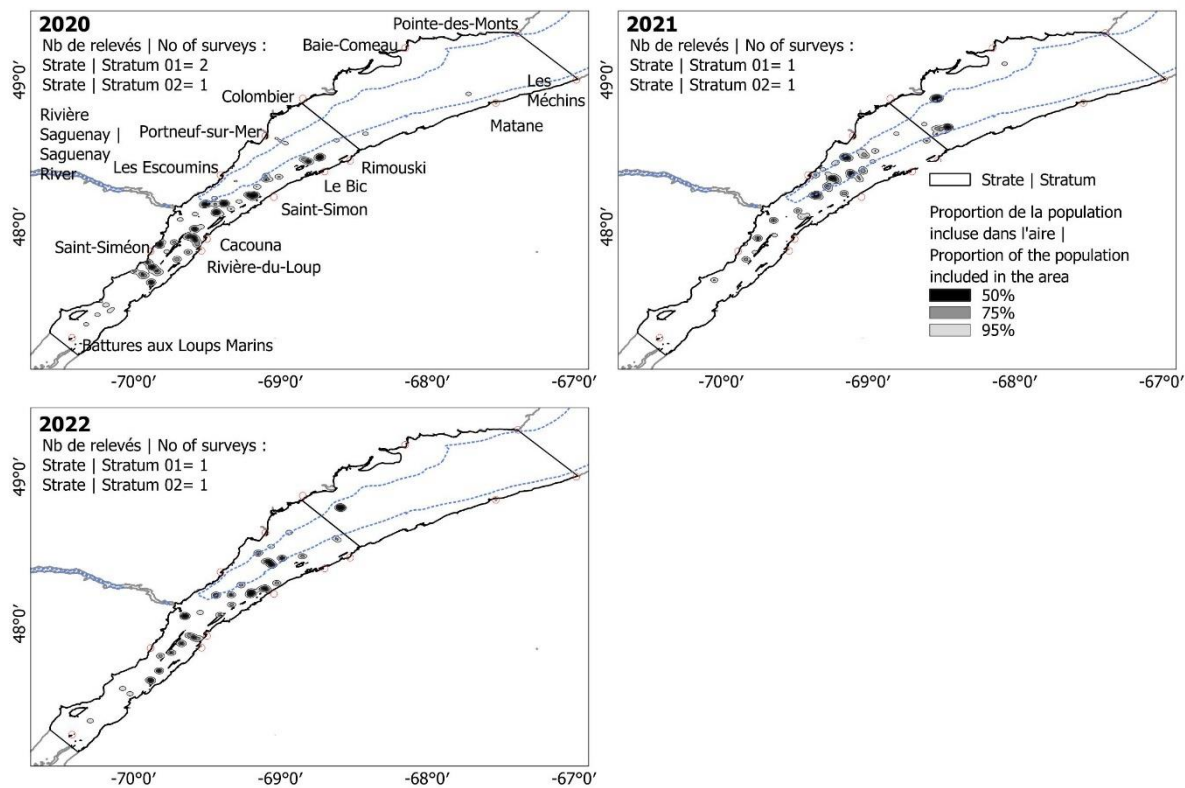


Figure A7.1. Suite.

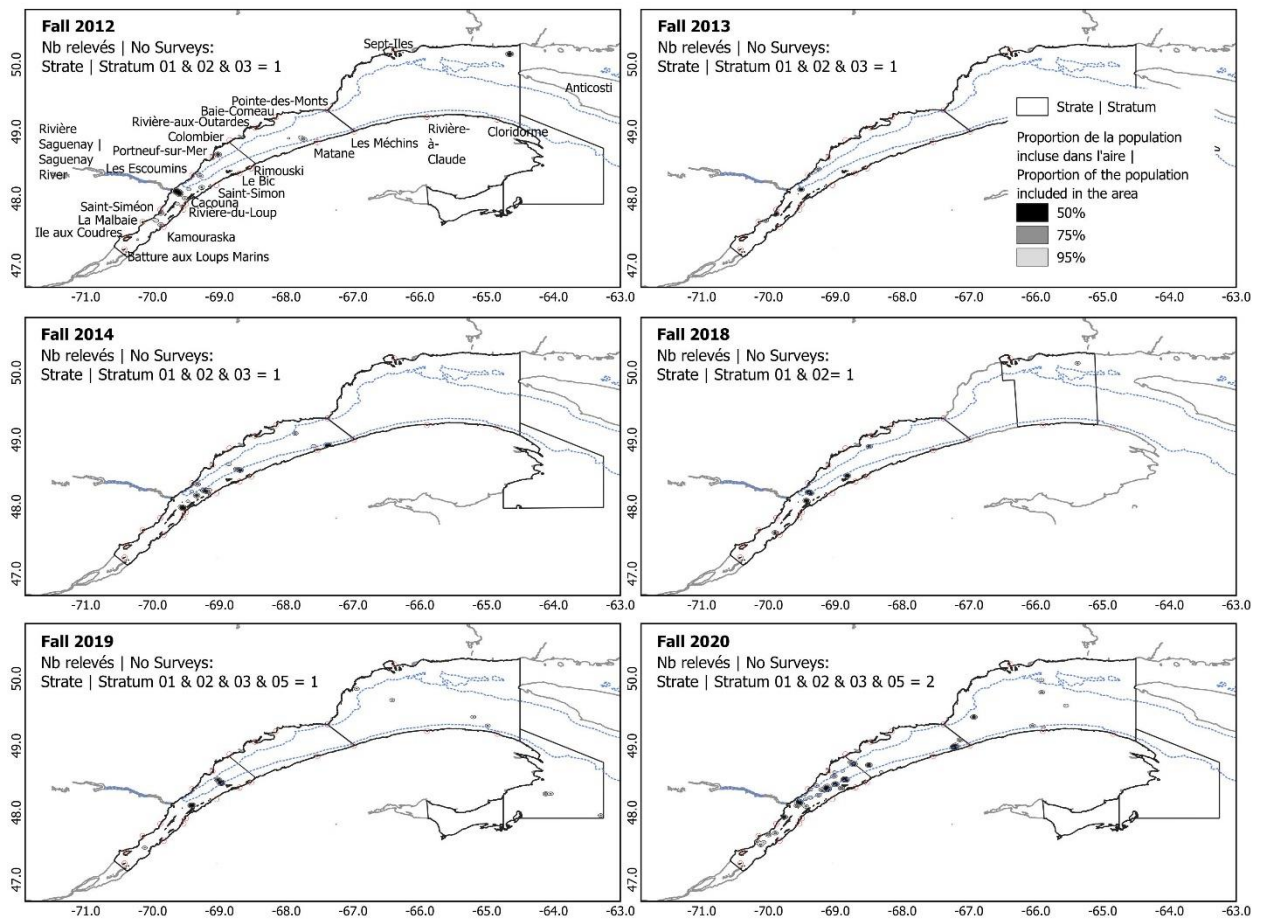


Figure A7.2. Zones comprenant 50, 75 et 95 % de la population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent, estimées à partir d'un noyau annuel moyen calculé à partir des bélugas observés dans le cadre des relevés aériens systématiques par transects linéaires visuels effectués au-dessus de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent en automne (de la mi-novembre à la mi-décembre) de 2012 à 2020.

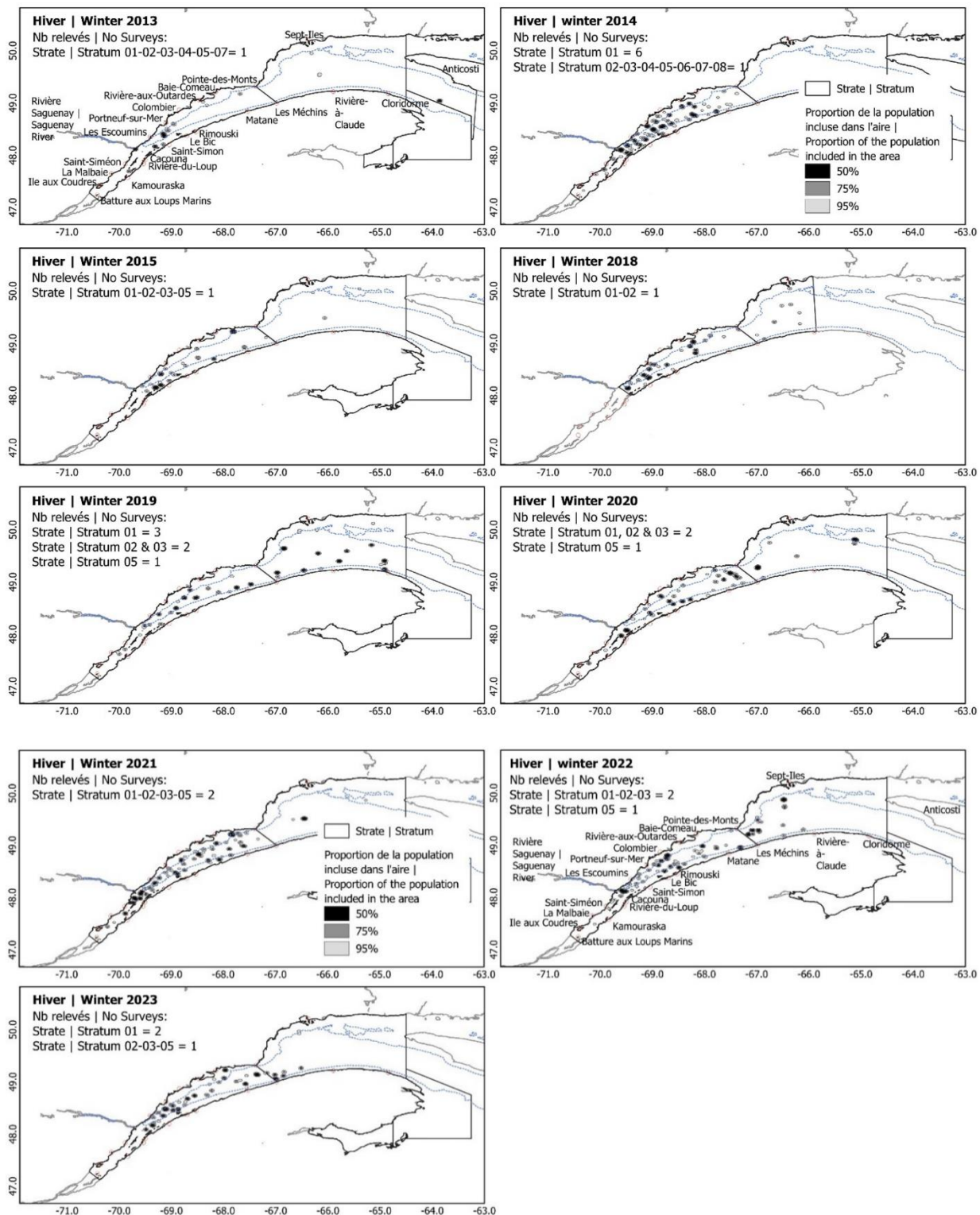


Figure A7.3. Zones comprenant 50, 75 et 95 % de la population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent, estimées à partir d'un noyau annuel moyen calculé à partir des bélugas observée dans le cadre des relevés aériens systématiques par transects linéaires visuels effectués au-dessus de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent pendant l'hiver (de la mi-janvier à la fin mars) de 2013 à 2023.

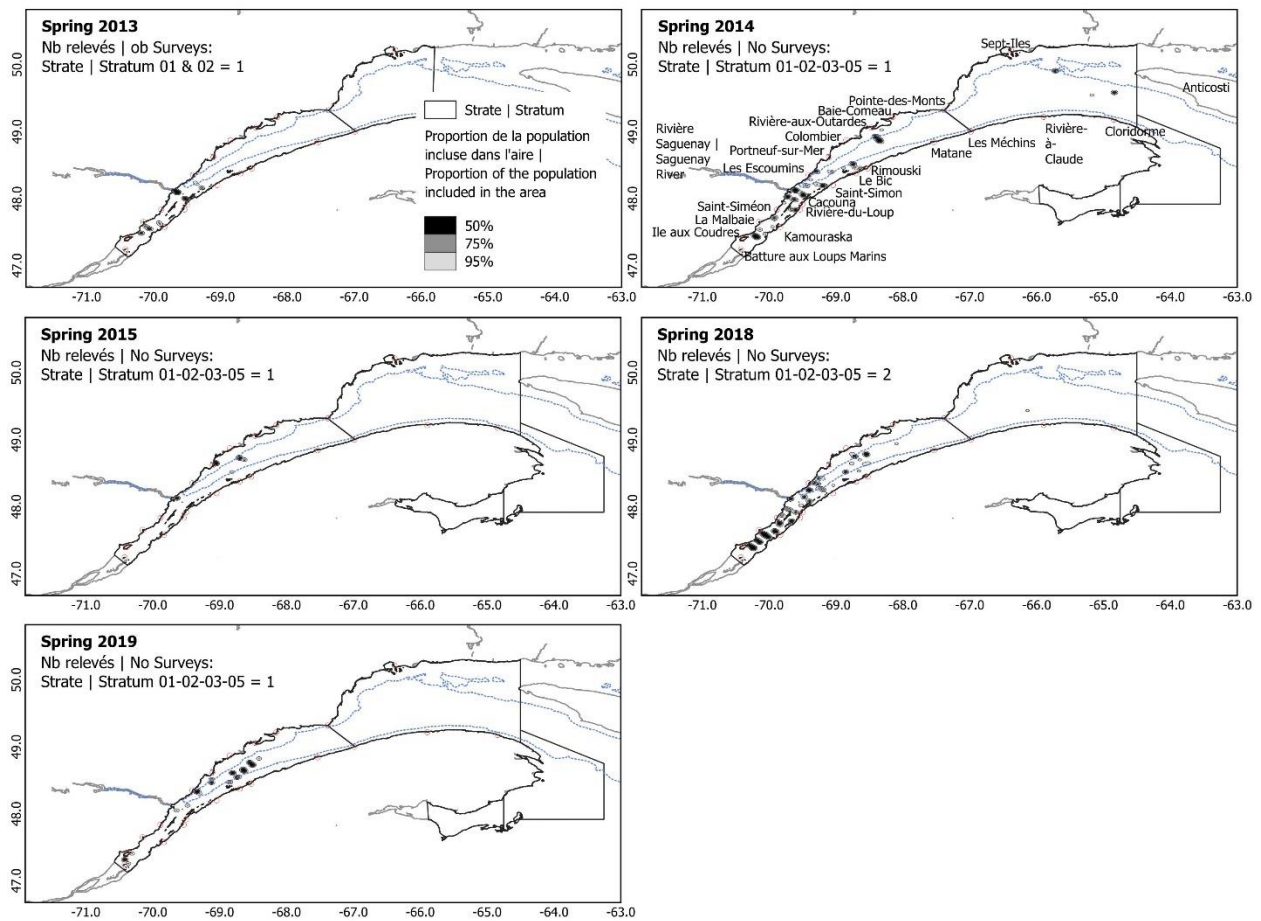


Figure A7.4. Zones comprenant 50, 75 et 95 % de la population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent, estimées à partir d'un noyau annuel moyen calculé à partir des bélugas observée dans le cadre des relevés aériens systématiques par transects linéaires visuels effectués au-dessus de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent durant le printemps (du début à la mi-mai) entre 2013 et 2019.