

***Projet de parc éolien
en mer Centre
Manche***



*Suivis télémétriques de phoques gris à partir de
l'estuaire de Seine en 2022-2023*

Vincent, C. & Lecarpentier, T.

Décembre 2023

Projet de parc éolien en mer Centre Manche

**Suivis télémétriques de phoques gris à partir de l'estuaire de Seine
en 2022-2023**

Vincent, C.¹ & Lecarpentier, T.²

¹ CEBC, CNRS/La Rochelle Université (La Rochelle, France)

² Réserve naturelle nationale de l'Estuaire de Seine (Le Havre, France)

Citation du document : Vincent, C. & Lecarpentier, T. 2023. Projet de parc éolien en mer Centre Manche : Suivis télémétriques de phoques gris à partir de l'estuaire de Seine en 2022-2023. Rapport CEBC/RNNES pour Biotope. Décembre 2023. 35 PP.

TABLE DES MATIERES

Résumé	4
Contexte et objectifs	5
Méthodes.....	6
Captures de phoques et instrumentation	6
Balises GPS/GSM et analyse des données	6
Résultats	8
Déplacements des phoques.....	8
Localisation des zones de chasse.....	13
Rythmes d'activité des phoques	15
Discussion / conclusion.....	20
Remerciements.....	21
Références	22
Annexes	24

RESUME

Cette étude décrit le suivi télémétrique de sept phoques gris (*Halichoerus grypus*) à partir de la baie de Seine, dans le cadre des campagnes de mesures in situ réalisées en prévision du projet éolien en mer Centre Manche. Six mâles et une femelle ont été suivis par balises GPS/GSM sur une durée moyenne de 130 ± 25 jours (2 balises émettent encore au moment de la publication de ce rapport). Certains phoques sont restés très sédentaires dans l'estuaire, mais la plupart ont effectué des déplacements à des centaines de kilomètres de leur site de capture. Aucun néanmoins ne s'est déplacé en direction du projet de parc éolien en mer Centre Manche. Les localisations les plus proches de ce site étaient situées à un peu plus de 18 km, mais seules 0.13% des localisations de l'ensemble des phoques suivis ont été obtenues à moins de 30 km, 5.8% à moins de 50 km du périmètre du futur parc éolien. Ce périmètre ne semble constituer ni une zone de passage, ni une zone de chasse pour ces phoques suivis dans la présente étude. Bien que basés sur un nombre limité de phoques, ces chiffres suggèrent que les travaux de construction en mer devaient avoir un impact limité sur les déplacements de ces phoques gris à partir de la baie de Seine. Néanmoins, l'analyse de données antérieures de phoques gris suivis par balises GPS/GSM à partir de la baie de Somme en 2012 et 2019 a montré que des zones de chasse potentielles de ces phoques gris pouvaient être localisées à proximité immédiate de ce périmètre, bien que la baie de Somme soit située à une plus grande distance (que la baie de Seine) du parc éolien Centre Manche. Cela souligne l'importante variabilité interindividuelle comportementale des phoques gris, dont les effectifs augmentent exponentiellement en Manche Est. Il n'est donc pas possible d'affirmer qu'aucun phoque gris n'utilise ou ne passe régulièrement dans la zone, mais de nombreuses autres zones de passage et/ou de chasse sont disponibles pour cette espèce. Néanmoins, compte tenu des nombreux développements d'EMR et plateformes pétrolières en mer en Manche Est et mer du Nord, où se déplacent ces individus, il sera important de prendre en compte les effets cumulés de ces structures et activités humaines en mer sur la population de phoques gris. Par ailleurs, les suivis télémétriques de phoques veaux-marins (*Phoca vitulina*) réalisés à partir de la baie des Veys (notamment dans le cadre du projet éolien en mer de Courseulles sur mer) ont montré qu'ils pouvaient eux aussi se déplacer jusqu'à des distances du projet de parc éolien en mer Centre Manche équivalentes à celles enregistrées ici pour les phoques gris (Vincent & Elder 2022). Il sera donc important dans les futures études de bien tenir compte des déplacements et comportements de ces deux espèces en baie de Seine occidentale et orientale.

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Une série de campagnes de mesures *in situ* sur "avifaune, chiroptères, mammifères marins, grands pélagiques, tortues marines et bruit sous-marin » a été commandée par la DREAL dans le cadre du projet de parc éolien en mer Centre Manche (Parc éolien au large de la Normandie). BIOTOPE a été retenu pour réaliser l'état initial environnemental, et a confié au Centre d'Etudes Biologiques de Chizé (CEBC, CNRS/La Rochelle Université) la réalisation d'une partie de ces mesures, portant spécifiquement sur les suivis télémétriques de phoques gris (*Halichoerus grypus*). Pour leur mise en place, le CEBC a collaboré avec la Réserve naturelle nationale de l'estuaire de Seine (RNNES), afin de capturer des phoques gris fréquentant les reposoirs de l'estuaire de Seine puis les équiper de balises GPS/GSM. Ce choix a été motivé par le fait que cet estuaire abritait le plus grand nombre de phoques gris sur ses reposoirs dans un périmètre de quelques dizaines de kilomètres du projet de parc éolien, notamment plus important que le nombre d'individus de cette espèce recensés en baie des Veys par exemple (Poncet *et al.* 2021).

Ces suivis télémétriques, qui devaient initialement être réalisés en 2022, avaient pour objectifs i) de décrire les déplacements des phoques gris en mer, notamment à proximité du périmètre du futur parc éolien en mer ; ii) de décrire les zones de chasse de ces phoques, et iii) leurs rythmes d'activité.

Cinq phoques gris auraient dû être capturés puis équipés de balises GPS/GSM en juillet 2022, conformément au calendrier des campagnes de mesures. Seuls 2 individus ont néanmoins pu être capturés et équipés de balises ce mois-là ; l'opération a donc été renouvelée en juillet 2023 afin d'équiper à nouveau 5 individus, grâce à 2 balises supplémentaires fournies par le CEBC. Ce sont ainsi 7 phoques gris qui ont été suivis par balises GPS/GSM à partir de l'estuaire de Seine en 2022 puis 2023. Le présent rapport présente les résultats obtenus à partir de ces individus, jusqu'au 26/11/2023 pour les données acquises en 2023 (certaines balises émettant encore au moment de la préparation et de la publication de ce rapport).

Nous avons par ailleurs choisi de compléter ces analyses par quelques éléments complémentaires apportés par les suivis télémétriques antérieurs de phoques gris en Manche Est, réalisés à partir de la baie de Somme en 2012 puis en 2019 (Vincent *et al.* 2021).

METHODES

Cette section présente succinctement les conditions de capture et manipulation des phoques, les caractéristiques techniques des balises utilisées et les analyses de données. Si besoin, des précisions complémentaires peuvent être obtenues en consultant les références bibliographiques citées.

CAPTURES DE PHOQUES ET INSTRUMENTATION

Les phoques ont été capturés dans l'estuaire de Seine, sur leurs reposoirs localisés autour de l'îlot du Ratier, en juillet 2022 et juillet 2023. Les captures ont été réalisées à partir de filets droits spécialement conçus pour ces captures de phoques, disposant de larges mailles d'un diamètre suffisant pour ne pas les blesser lors de la capture, et laissant s'échapper les individus de trop petite taille (Vincent *et al.* 2017). Les filets ont été déployés à partir de moyens nautiques devant les zones de reposoirs où les phoques étaient présents. Des autorisations ministérielles (dérogation pour captures d'espèces protégées), respectivement datées du 13/07/2022 et du 10/07/2022, ont été nécessaires pour la mise en œuvre de ces captures.

Après capture, les phoques sont ramenés à terre dans des filets, rapidement pesés puis anesthésiés par injection de Zoletil. Le poil du phoque est alors séché et dégraissé à l'arrière de la tête (nuque) puis la balise collée à l'aide d'une colle epoxy bi-composant à prise rapide. Pendant ce collage, plusieurs échantillons biologiques sont prélevés (sang, biopsie de lard, vibrisse et poil) pour des analyses complémentaires futures, conformément au protocole en vigueur. Dans la majorité des cas, une bague numérotée est également insérée dans la palmure arrière du phoque, pour une future identification le cas échéant. L'ensemble des opérations dure environ une demi-heure à partir du moment où le phoque est ramené à terre après capture. Il se réveille spontanément et repart à l'eau peu après son réveil.

BALISES GPS/GSM ET ANALYSE DES DONNEES

Les balises utilisées dans cette étude sont des balises GPS/GSM développées par le *Sea Mammal Research Unit* (SMRU, McConnell *et al.* (2010). Elles enregistrent :

- Les périodes passées à sec (hors de l'eau) ou sous l'eau par les phoques, et ce en continu ;
- Les localisations GPS (par intervalles de 20 minutes environ lorsque le phoque est hors de l'eau, à plus faible fréquences s'il reste à sec pendant plusieurs heures) ;
- Un certain nombre de paramètres par plongée (Cf. ci-après) ;
- Et des statistiques d'activité par tranches de 2 heures.

Pour chaque plongée (définie comme le passage sous un seuil de -1.5 m sous la surface), la balise enregistre puis transmet : la durée totale de plongée, la profondeur maximale ainsi que 12 points de profondeurs intermédiaires, le temps de récupération en surface (après la plongée et avant la plongée suivante), les périodes de descente / fond / remontée, le nombre de tentatives de captures de proies – définie par des accélérations brusques selon 3 dimensions dépassant un certain seuil (e.g. Ydesen *et al.* 2014), l'effort de nage et l'angle d'orientation de la tête du phoque pendant chacune de ces trois phases de la plongée.

Toutes les données sont traitées puis enregistrées à bord, et transmises via le réseau GSM (téléphonie mobile) lorsque la balise se trouve en zone de réception (à proximité des côtes). Si le phoque effectue un long voyage en haute mer, la balise peut stocker les données pendant plusieurs semaines avant de les transmettre.

Les périodes de "repos à sec" (généralement repos à terre, sur les reposoirs) sont définies comme toute période pendant laquelle la balise reste hors de l'eau pendant au moins 10 minutes, prenant fin dès qu'elle se trouve à nouveau dans l'eau (e.g. Vincent *et al.* 2015).

Dans la présente étude, la présence de "tentatives de captures de proies" pendant la phase de "fond" de chaque plongée a été utilisée comme indicatrice de "plongée de chasse probable" (e.g. Heerah *et al.* 2019). Ponctuellement, ces accélérations soudaines peuvent traduire des réactions du phoque à des stimuli extérieurs distincts de proies potentielles, mais il est supposé que la majorité de ces accélérations coïncident avec des poursuites de proies. Pour représenter graphiquement les zones de chasse probables des phoques, les densités de Kernel de ces "plongées de chasse probables" ont été calculées (à partir du script de Planque, 2021¹), permettant de décrire les zones centrales/principales (densités de Kernel à 50%) et plus étendues (75-95%). Les analyses ont été réalisées sur R 4.3.1 et les cartes réalisées sur ArcGIS 10.7.1. Les calculs de distances entre les localisations GPS et la zone de parc éolien ont été calculées sur ArcGIS avec l'outil d'analyse "proximité" de ArcGIS.

Les rythmes d'activité des phoques ont été comparés aux rythmes tidaux, à partir des heures de marées fournies par le SHOM (port de référence : "Balise A, PK 364,775" dans l'estuaire de Seine). Les heures enregistrées et transmises par les balises et celles des marées sont toutes des heures UTC (et non en heure locale).

¹ https://github.com/YannPlanque/Foraging_Areas_with_Dive_Data

RESULTATS

Six phoques gris mâles et une femelle ont été capturés entre juillet 2022 et juillet 2023 (Tableau 1). Il s'agit d'un jeune immature (N02) et de sub-adultes pour les autres, potentiellement matures sexuellement mais pas forcément reproducteurs, la maturité "sociale" pour la reproduction des phoques gris mâles étant bien plus tardive que la maturité physiologique (Hewer 1964, Hauksson 2007). Deux balises émettent encore au 26/11/2023, la durée moyenne de suivi à cette date est de 130 ± 25 jours (entre 105 et 182 jours selon les phoques).

Tableau 1 : caractéristiques individuelles des 7 phoques gris capturés en baie de Seine en juillet 2022 et juillet 2023 et équipés de balises GPS/GSM.

Numéro Phoque	Date capture	Sexe	Masse corporelle (kg)	Longueur corporelle (cm)	Bague	Dernière localisation GPS
N01	19/07/2022	F	92	145	928 blanc	17/01/2023
N02	20/07/2022	M	52	136	933 blanc	26/11/2022
N03	17/07/2023	M	148	162	-	09/11/2023
N04	18/07/2023	M	169	179	934 blanc	<i>en cours le 26/11/23</i>
N05	18/07/2023	M	100	150	935 blanc	<i>en cours le 26/11/23</i>
N06	18/07/2023	M	140	177	936 blanc	11/11/2023
N07	20/07/2023	M	96	150	937 blanc	02/11/2023

DEPLACEMENTS DES PHOQUES

La Figure 1 permet de visualiser l'ensemble des déplacements des 7 phoques gris suivis par balises à partir de l'estuaire de Seine, incluant les déplacements de certains individus jusqu'en mer du Nord ou jusqu'au golfe normano-breton, tandis que la Figure 2 zoome dans la zone de l'estuaire de Seine au sens large (incluant la zone du projet éolien en mer Centre Manche). Les cartes détaillées pour chaque phoque sont disponibles en Annexe 1, à ces deux échelles (échelle globale de tous les déplacements, et zoom en Manche Est autour de l'estuaire de Seine et du projet de parc éolien en mer Centre Manche).

Parmi les 7 phoques suivis, deux sont restés très "sédentaires" en baie de Seine pendant la totalité de leur suivi télémétrique, d'une durée de 130 et 129 jours respectivement : N02 et N05. Tous les autres phoques (sauf un) ont effectué un voire deux aller-retours en mer du Nord, se rendant soit

dans des colonies de phoques gris le long des côtes anglaises (Scroby Sands, Horsey, Donna Nook, les îles Farnes... pour les phoques N01, N04, N06), soit du côté des Pays-Bas (dans la zone des deltas de la Zélande, N07). Seul le phoque N03 s'est déplacé vers l'ouest, longeant la côte normande et contournant le Cotentin pour se rendre dans les îles anglo-normandes, se posant là aussi dans des zones connues pour être fréquentées par les phoques gris (Les Minquiers et Les Ecréhous). Tous les phoques ont néanmoins passé une bonne partie de leur temps de suivi dans l'estuaire de Seine, permettant de décrire pour chacun d'eux leur utilisation de l'espace dans cette zone.



Figure 1 : Carte des déplacements des 7 phoques gris équipés de balises GPS/GSM en baie de Seine en juillet 2022 et 2023. L'emplacement du projet de parc éolien en mer Centre Manche est indiqué. *Les suivis des phoques N04 et N05 sont encore en cours au moment de la rédaction de ce rapport.*

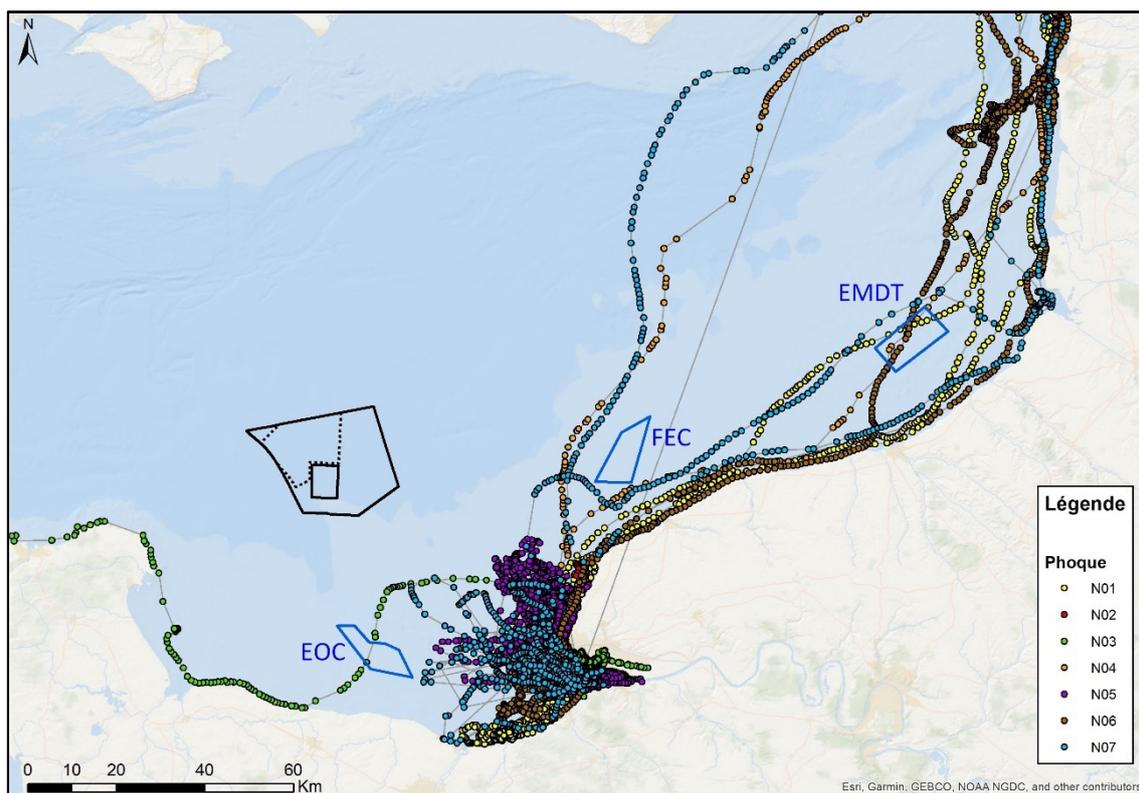


Figure 2 : Agrandissement de la carte des déplacements des 7 phoques gris équipés de balises GPS/GSM en baie de Seine en juillet 2022 et 2023, autour du site du projet éolien en mer Centre Manche. L'emplacement du projet de parc éolien Centre Manche est indiqué (en noir), ainsi que les trois autres projets éoliens en mer (en bleu) de Courseulles sur mer (EOC), Fécamp (FEC) et Dieppe-Le Tréport (EMDT). *Les suivis des phoques N04 et N05 sont encore en cours au moment de la rédaction de ce rapport.* La phase de construction en mer du parc éolien de Fécamp (FEC) a démarré en août 2022.

Aucun des phoques ne s'est approché à moins de 30 km de la zone du projet de parc éolien en mer Centre Manche (Figure 3). La très grande majorité des localisations se trouvaient à plus de 50 km (94.2%), voire à plus de 100 km pour plus d'un tiers d'entre elles (34.2%).

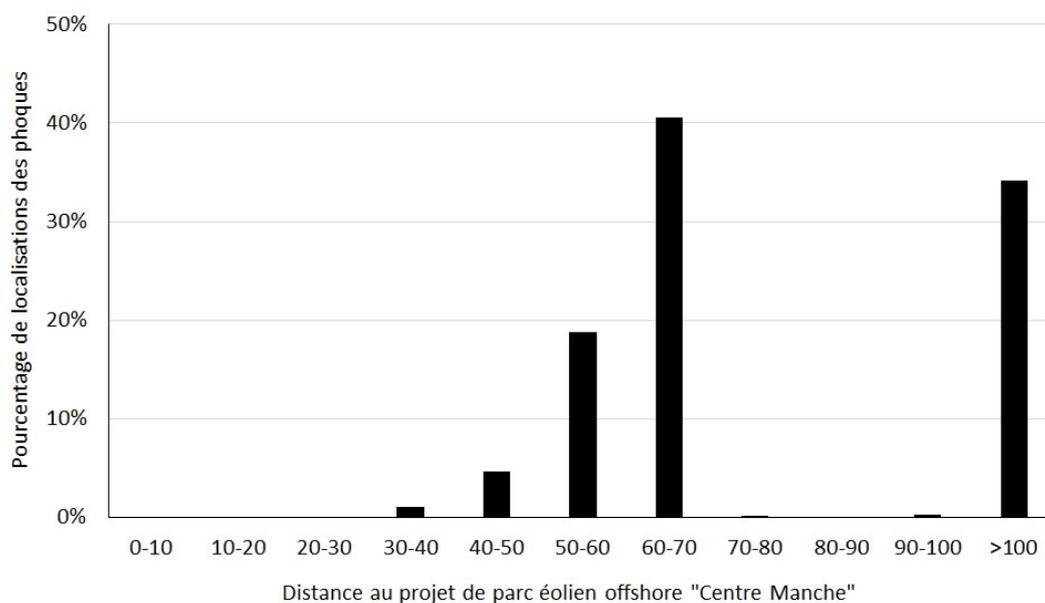


Figure 3 : Distance séparant les localisations GPS des phoques gris suivis par balises GPS/GSM à partir de l'estuaire de Seine en 2022/2023 (N=7 phoques), du projet de parc éolien offshore "Centre Manche" (en km).

Ces statistiques ont été comparées à celles de phoques gris suivis par balises GPS/GSM en 2012 puis 2019 à partir de la baie de Somme, située plus au nord (Vincent et al. 2021). Au cours de ces suivis, trois phoques gris (les phoques mâles G01 et G07 suivis en 2012, la femelle G20 suivis en 2019) s'étaient rendus à plusieurs reprises en estuaire de Seine à partir de la baie de Somme où ils avaient été capturés. Un autre mâle (G08), suivi à partir de mai 2012 pendant plus de 7 mois et demi, a passé de longues semaines en mer au milieu de la Manche, à proximité immédiate de la zone d'installation du projet éolien en mer Centre Manche (Figure 4). Ces cartes soulignent la forte variabilité inter-individuelle des déplacements des phoques, et particulièrement des zones qu'ils fréquentent de façon répétée.

La Figure 5 détaille les statistiques de distances entre les localisations des phoques gris suivis par balises GPS/GSM en 2012 ou 2019 à partir de la baie de Somme, et le projet de parc éolien en mer Centre Manche. Elle souligne que, si un très faible pourcentage de localisations se trouvaient effectivement à proximité immédiate du projet de parc, la moitié des localisations obtenues pendant le suivi étaient situées à plus de 100 Km.

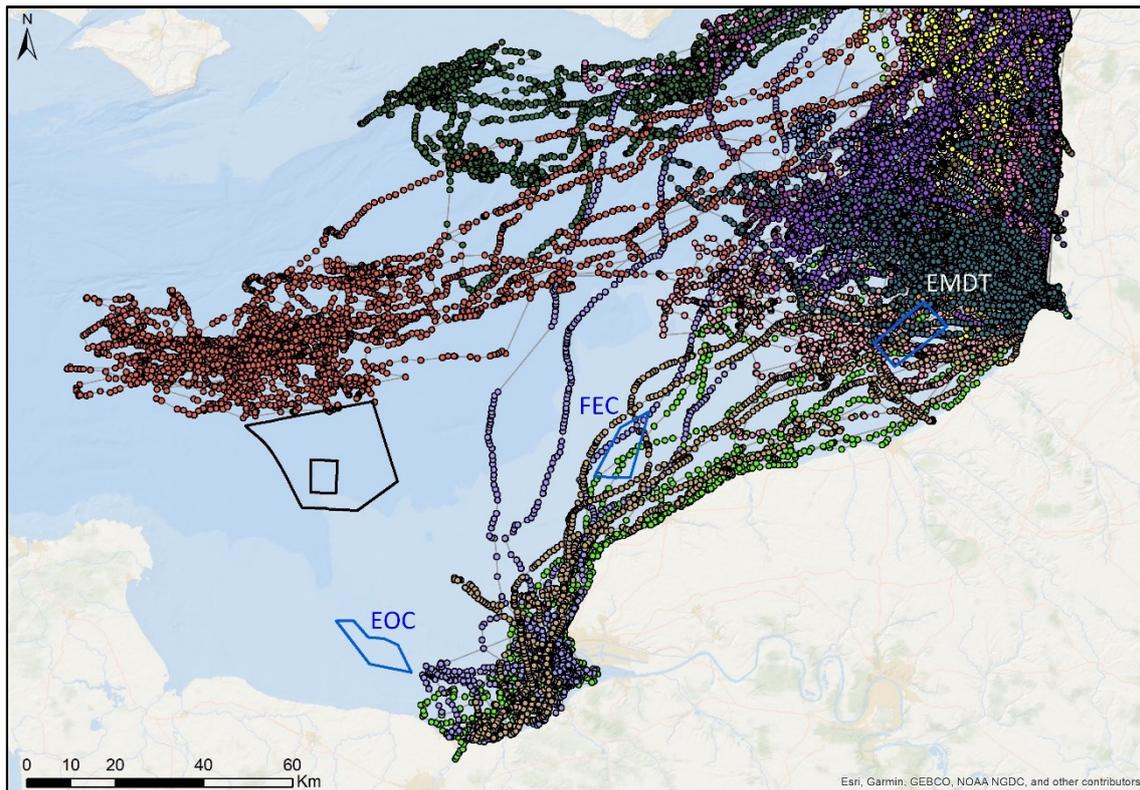


Figure 4 : Carte des déplacements de 24 phoques gris suivis par balises GPS/GSM à partir de la baie de Somme en 2012 – 2019 (zoomée en Manche Est). Chaque couleur représente un individu.

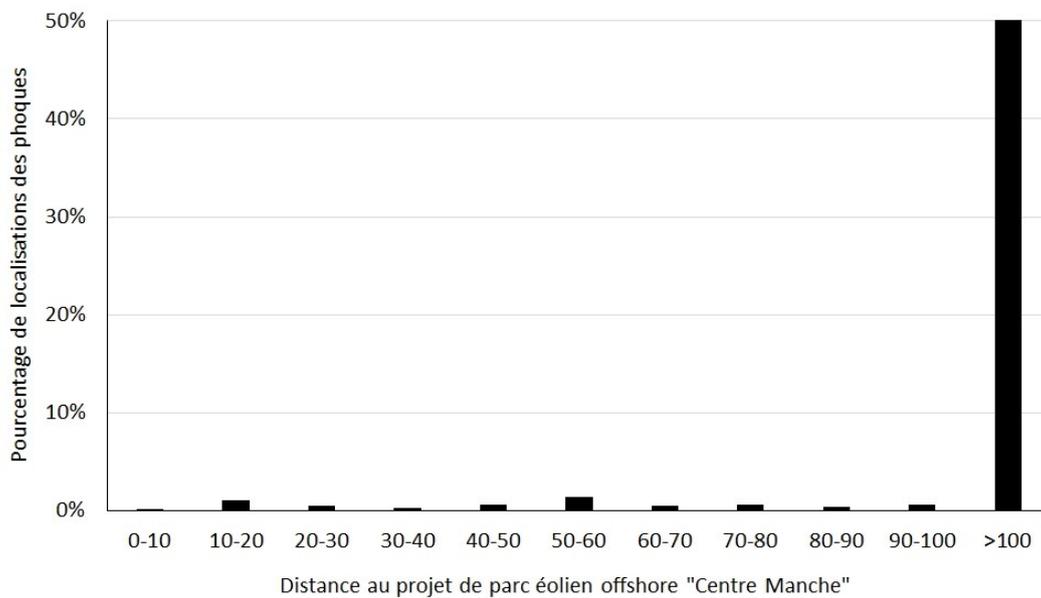


Figure 5 : Distance (en km) séparant les localisations GPS des phoques gris suivis par balises GPS/GSM à partir de la baie de Somme en 2012 et 2019 (N=24 phoques), du projet de parc éolien en mer Centre Manche.

LOCALISATION DES ZONES DE CHASSE

Les données comportementales d'accélération ont permis de caractériser de probables "tentatives de captures de proies" en plongée, qui sont ici utilisées pour identifier les principales zones probables de chasse des phoques suivis par balises.

La distribution globale de ces zones montre que, malgré certains déplacements à très grande distance de leur site de capture, les phoques gris suivis ici à partir de l'estuaire de Seine ont majoritairement chassé dans cet estuaire au cours de leur suivi (Figure 6). Outre la baie de Seine orientale, leurs autres zones de chasse incluent la Manche Est (principalement autour du Cap Griz-Nez et au large du phare de Walde), la mer du Nord au large de l'estuaire de la Tamise et le long des côtes anglaises. Sans surprise, aucune zone de chasse probable n'est identifiée autour ou dans la zone du futur parc éolien en mer Centre-Manche.

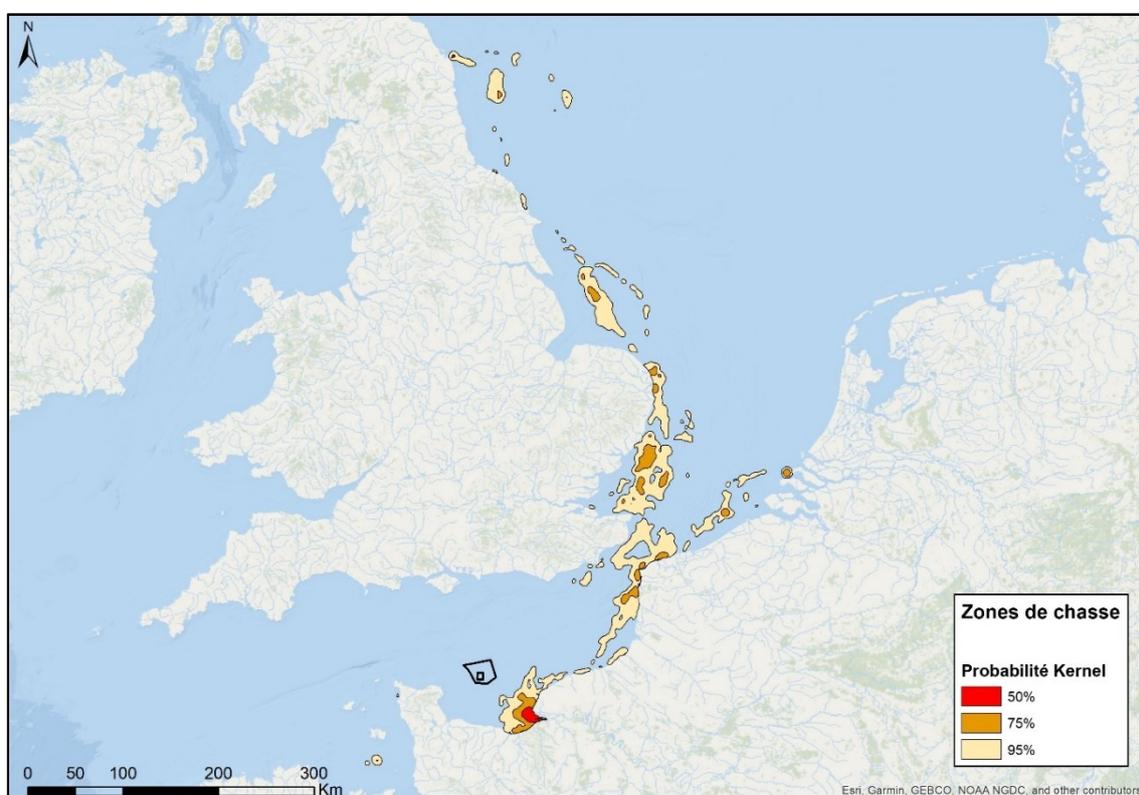


Figure 6 : Probables zones de chasse des 7 phoques gris suivis par balises GPS/GSM à partir de l'estuaire de Seine en 2022/2023. Les densités de Kernel des probables plongées de chasse sont indiquées, ainsi que le périmètre du projet de parc éolien en mer Centre Manche.

La Figure 7 permet d'observer les mêmes zones en zoomant sur la zone d'étude, tandis que la Figure 8 permet de visualiser les zones de chasse probables de phoques gris suivis par balises GPS/GSM à partir de la baie de Somme en 2012 et 2019. L'une de ces zones de chasse probables est située à proximité immédiate du projet de parc éolien en mer Centre Manche – elle est le fait d'un seul individu sur les 24 suivis ces années-là (Figure 8).

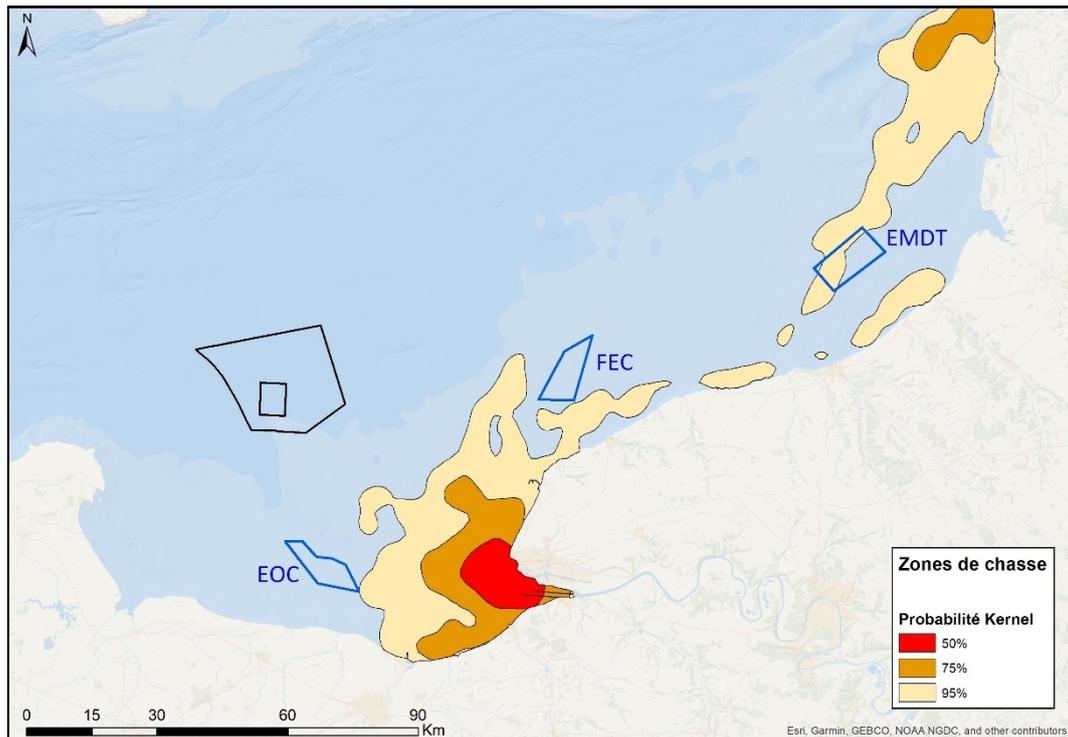


Figure 7 : Probables zones de chasse des 7 phoques gris suivis par balises GPS/GSM à partir de l'estuaire de Seine en 2022/2023 (en Manche Est). Les densités de Kernel des probables plongées de chasse sont indiquées, ainsi que les périmètres des différents projets de parcs éoliens en mer (cf. légendes Figure 2).

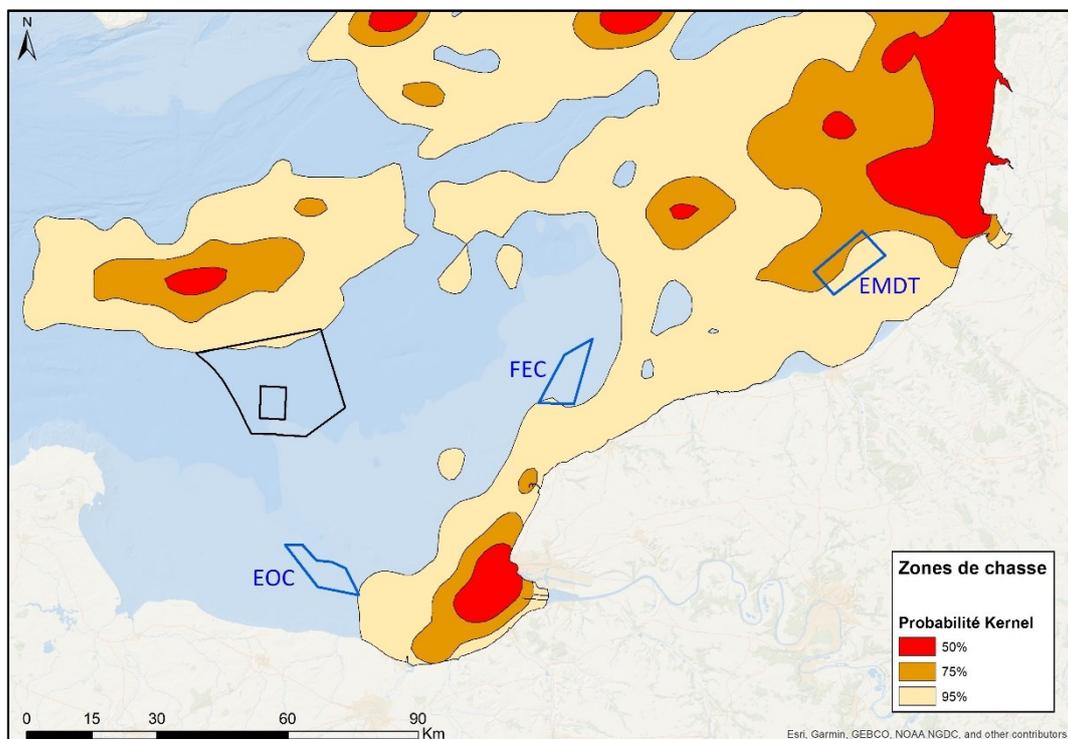


Figure 8 : Probables zones de chasse des 24 phoques gris suivis par balises GPS/GSM à partir de la baie de Somme en 2012 et 2019. Les densités de Kernel des probables plongées de chasse sont indiquées, ainsi que les périmètres des différents projets de parcs éoliens en mer (cf. légendes Figure 2).

Les 7 phoques gris suivis par balises GPS/GSM dans l'estuaire de Seine ont passé en moyenne 27% de leur temps à terre, à sec, et donc 73% de leur temps en mer. Le nombre d'individus suivis est relativement faible, mais ce pourcentage de temps passé à terre est du même ordre de grandeur que les rythmes observés chez les phoques gris suivis par balises GPS/GSM à partir de la baie de Somme en 2012 et 2019 (22% du temps à terre en moyenne, Figure 9). Il existe naturellement des variations interindividuelles mais aussi saisonnières de cette proportion du temps passé à terre ou en mer.

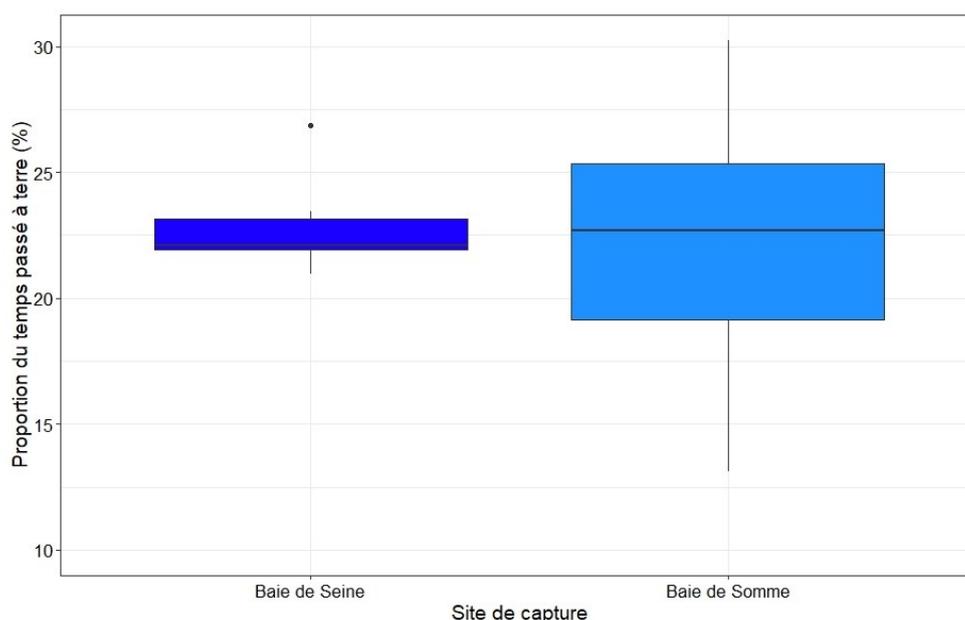


Figure 9 : Pourcentage de temps passé à sec par les 7 phoques gris suivis par balises GS/GSM en baie de Seine (2022/2023, cette étude) et les 24 phoques gris suivis par balises GPS/GSM en baie de Somme en 2012 et 2019.

L'influence des rythmes nycthéméraux et tidaux a ensuite été décrite d'une part sur le temps passé par les phoques à terre (à sec), et d'autre part sur les rythmes de chasse de ces mêmes 7 phoques gris suivis en estuaire de Seine. Pour ces analyses, les données enregistrées à grande distance de la baie de Seine (mer du Nord *etc.*) ont été exclues des analyses, qui se focalisent donc sur le comportement des phoques en baie de Seine orientale.

Le rythme de repos à sec des phoques gris en estuaire de Seine semble influencé à la fois par les heures de la journée (Figure 10) et le rythme des marées (Figure 11). Chez tous les individus suivis, la proportion du temps de repos à sec est la plus faible en milieu de journée, autour de 11h UTC (soit 13h heure locale en été, 12h en hiver), mais de fortes variations interindividuelles sont ensuite observées du milieu d'après-midi à la fin de nuit (Figure 10). L'influence du rythme tidal est en revanche très net et homogène parmi les phoques suivis : la proportion de temps passé à terre est maximale de 1h30 avant la basse mer à 30 minutes après, tandis que ce temps passé à sec diminue drastiquement de 1h30 après la basse mer à 3 heures avant la basse mer suivante (Figure 11).

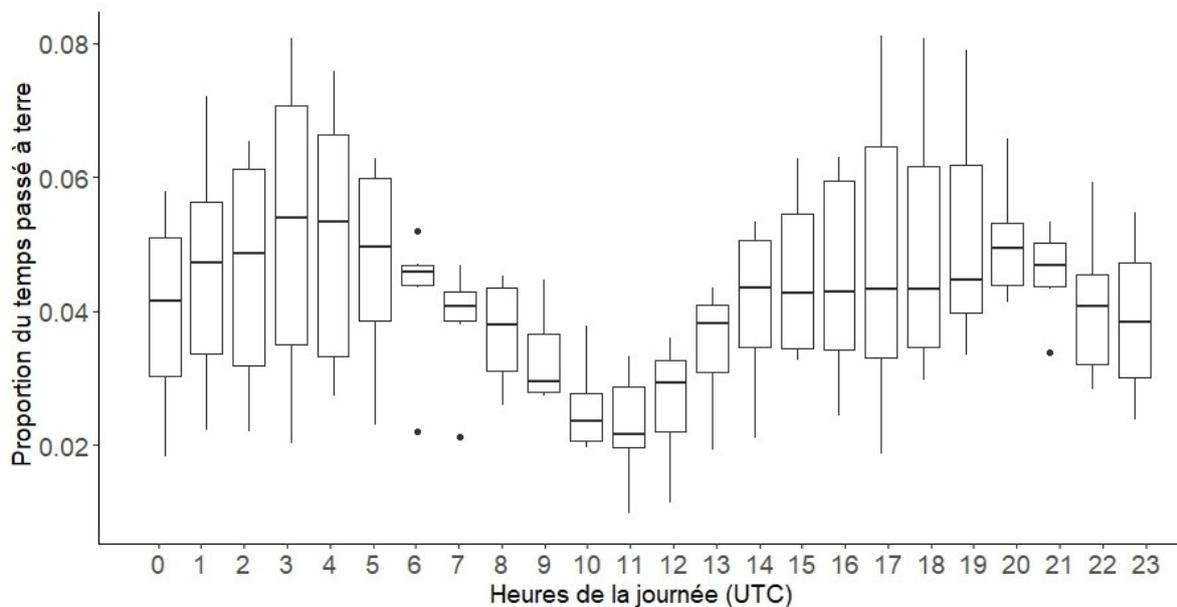


Figure 10 : Variation interindividuelle de la proportion de temps passé à sec par les 7 phoques gris suivis par balises GPS/GSL à partir de l'estuaire de Seine en 2022/2023, en fonction des heures de la journée (en heure UTC), par classes d'une heure.

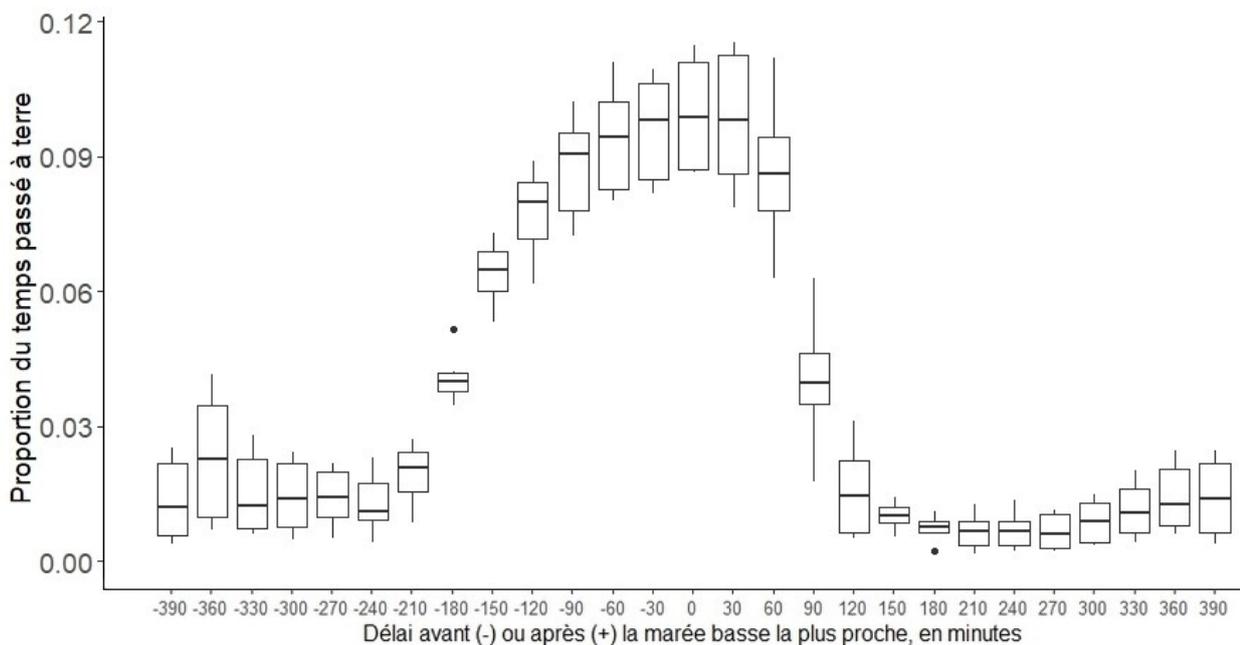


Figure 11 : Variation interindividuelle de la proportion de temps passé à sec par les 7 phoques gris suivis par balises GPS/GSL à partir de l'estuaire de Seine en 2022/2023, en fonction du cycle de marée, par classes de 30 minutes avant (-) ou après (+) la basse mer la plus basse (0=étiage de basse mer).

Les rythmes de plongées de chasse probables des 7 phoques gris suivis à partir de la baie de Seine ne semblent que peu influencés par l'heure du jour ou de la nuit (Figure 12). De fortes variations interindividuelles sont observées, ne permettant pas de détecter une stratégie unique de chasse diurne ou nocturne de l'ensemble ces phoques gris.

Par ailleurs, le rythme des marées semble influencer cette activité de chasse probable, mais pas de façon aussi tranchée que sur les rythmes de repos à terre (Figure 13). Ainsi les plongées de chasse probables sont plus nombreuses à marée haute (de mi marée montante à environ 4 heures avant la basse mer suivante), mais les phoques peuvent également chasser à marée basse (lorsqu'ils ne se posent pas à terre).

En effet, les phoques ne se sont pas reposés à terre tous les jours, certains de leurs "voyages en mer" (définis comme tout passage de la balise sous l'eau entre deux repos à sec successifs) durant plusieurs jours (Figure 14). Les durées les plus courtes de ces "voyages en mer" (de 0 à 1-2 heures, soit environ un tiers des voyages enregistrés) coïncident généralement avec des déplacements de courte distance, par exemple d'un reposoir à un autre lorsque la marée modifie l'accessibilité de ces reposoirs, tandis que les voyages plus longs représentent ici des voyages en mer pour la recherche alimentaire. En effet, seuls les voyages en mer entre deux repos à sec situés exclusivement en estuaire de Seine sont présentés en Figure 14. Il est néanmoins intéressant de souligner que cette figure est quasiment identique si l'ensemble des données sont conservées, si ce n'est que la proportion de longs voyages en mer (>48 heures) augmente si les déplacements entre deux zones de reposoirs éloignées (mer du Nord, *etc.*) sont conservés. Outre les très courtes durées de voyages en mer, il est possible d'observer un pic de distribution pour les voyages de 7-10 heures environ, puis 19-22 heures (voire un troisième pic autour de 33-35 heures entre deux repos à sec). Cette cyclicité souligne sans doute l'influence du rythme des marées sur les périodes de repos à sec des phoques, qui se posent sur leurs reposoirs à marée descendante et en repartent au début de la marée montante.

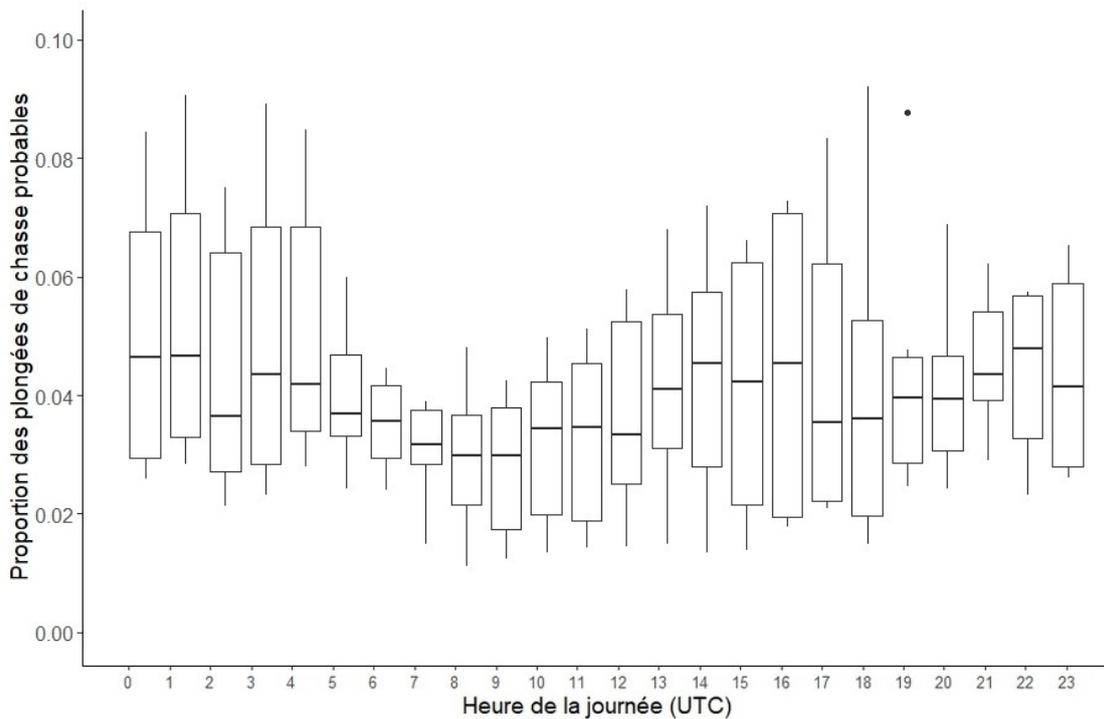


Figure 12 : Variation interindividuelle de la proportion de plongées probables de chasse des 7 phoques gris suivis par balises GPS/GSL à partir de l'estuaire de Seine en 2022/2023, en fonction des heures de la journée (en heure UTC), par classes d'une heure.

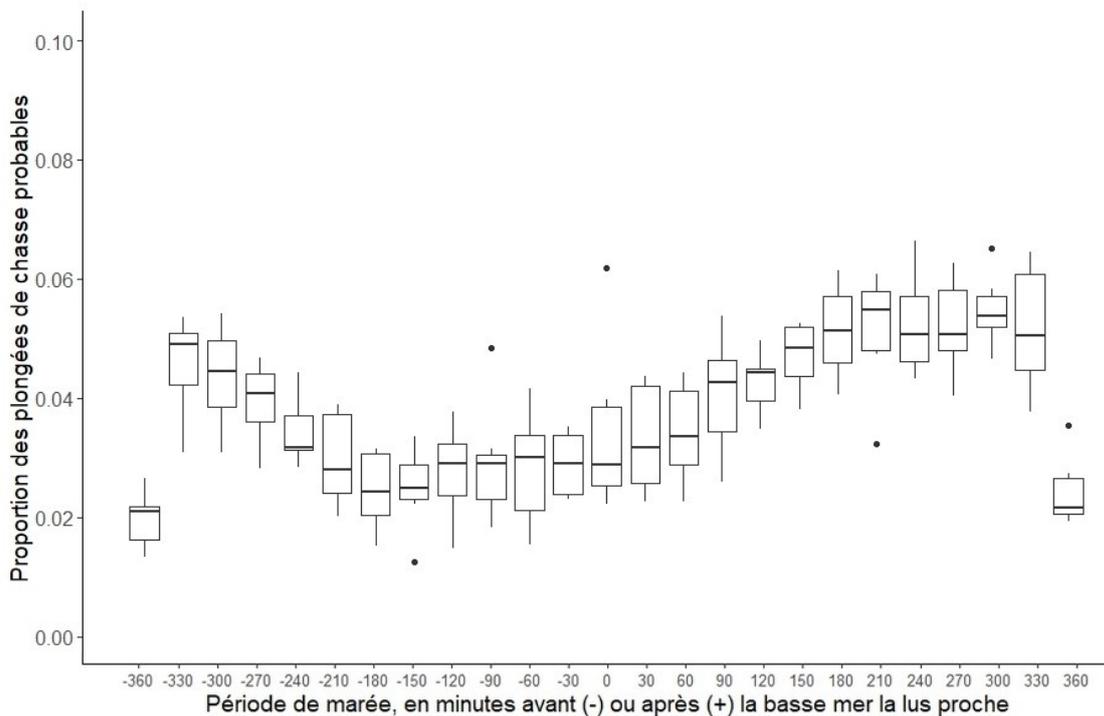


Figure 13 : Variation interindividuelle de la proportion de plongées probables de chasse des 7 phoques gris suivis par balises GPS/GSL à partir de l'estuaire de Seine en 2022/2023, en fonction du cycle de marée, par classes de 30 minutes avant (-) ou après (+) la basse mer la plus basse (0=étiage de basse mer).

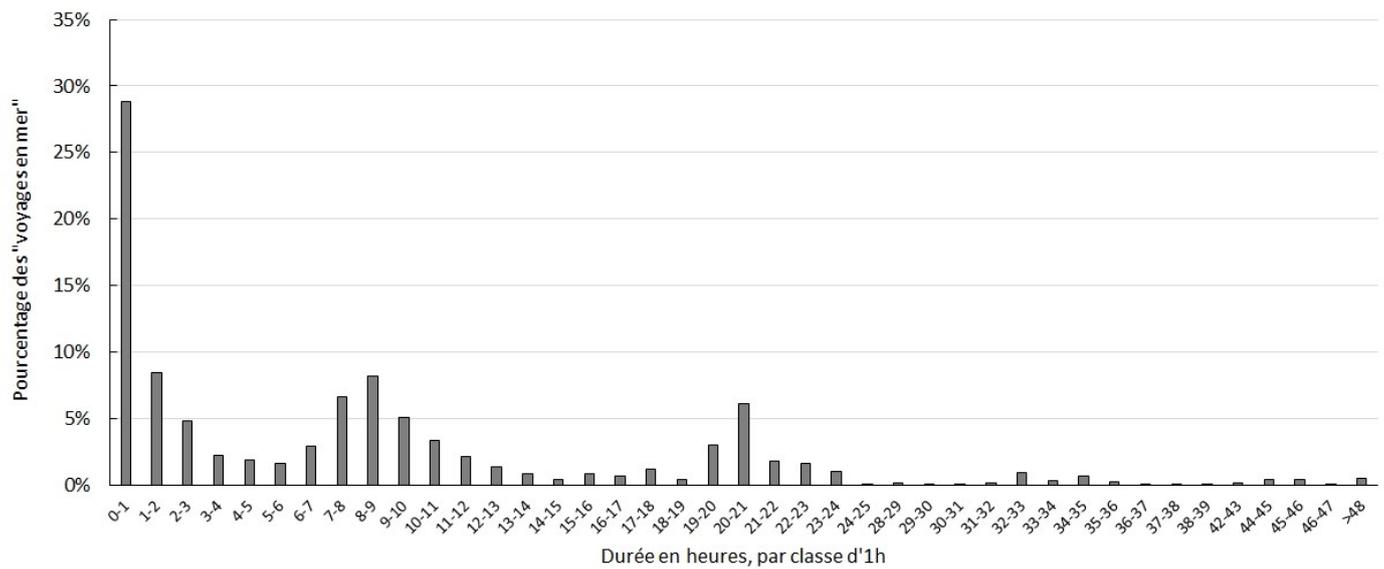


Figure 14 : Distribution des durées de "voyages en mer" (définis comme toute incursion dans l'eau entre deux repos à sec) des 7 phoques gris suivis par balises GPS/GSM à partir de la baie de Seine en 2022 et 2023, en heures et par classes d'une heure.

DISCUSSION / CONCLUSION

Les suivis présentés dans le présent rapport ont permis de suivre 7 phoques gris (6 mâles et 1 femelle) pendant plusieurs mois à partir de la baie de Seine où ils ont été capturés.

Certains sont restés très sédentaires dans l'estuaire, mais la plupart ont effectué des déplacements à des centaines de kilomètres de leur site de capture. Aucun néanmoins ne s'est déplacé en direction du projet de parc éolien en mer Centre Manche. Les localisations les plus proches de ce site étaient situées à un peu plus de 18 km, mais seules 0.13% des localisations de l'ensemble des phoques suivis ont été obtenues à moins de 30 km, et 5.8% à moins de 50 km du périmètre du futur parc éolien. Bien que basés sur un nombre limité de phoques, ces chiffres suggèrent que les travaux de construction en mer devaient avoir un impact limité sur les déplacements de ces phoques gris à partir de la baie de Seine. Certaines études ont montré (sur une espèce différente de phoques, le phoque veau marin) que des modifications comportementales pouvaient être enregistrées à des distances de 20 ou 25 km des sites de constructions d'éoliennes en mer, en raison du bruit perçu par les animaux (Thomsen *et al.* 2006, Russell *et al.* 2016). Par ailleurs, le site du parc éolien ne semble constituer ni une zone de passage, ni une zone de chasse pour ces phoques suivis dans la présente étude. Néanmoins, l'analyse de données antérieures de phoques gris suivis par balises GPS/GSM à partir de la baie de Somme en 2012 et 2019 a montré que des zones de chasse potentielles de ces phoques gris pouvaient être localisées à proximité immédiate de ce périmètre, comme ce fût le cas pour l'un des phoques suivis en 2012. Cela souligne l'importante variabilité interindividuelle comportementale des phoques gris, mise en évidence par de nombreux auteurs (Austin *et al.* 2004, Twiss & Kranklin 2010, Huon *et al.* 2021, Nowak *et al.* 2023), et rendant difficile toute extrapolation de données télémétriques individuelles à l'échelle de la population.

Pour la plupart des autres phoques gris, et notamment ceux équipés dans le cadre du présent suivi à partir de l'estuaire de Seine, les zones de chasse identifiées étaient parfois très restreintes géographiquement. Bien que cela ne soit pas toujours le cas chez cette espèce, notamment en mer du Nord (Jones *et al.* 2015, Carter *et al.* 2020), des zones de chasse très restreintes (au moins saisonnièrement) ont également été décrites chez les phoques gris dans d'autres colonies en France, notamment en mer d'Iroise (Vincent *et al.* 2015, Huon *et al.* 2015).

Les déplacements des phoques à large échelle, pour la plupart en mer du Nord, soulignent la connexion très forte entre la Manche Est et la mer du Nord pour les phoques gris, et la dépendance très forte entre la dynamique de population centrale du nord des îles britanniques et les autres colonies situées plus au sud (Brasseur *et al.* 2015, Vincent *et al.* 2017). Compte tenu des nombreux développements d'EMR et plateformes pétrolières en mer dans ces zones, il sera important de prendre en compte les effets cumulés de ces structures et activités humaines en mer sur la population de phoques gris (Guşatu *et al.* 2021, Hague *et al.* 2022).

Les rythmes d'activité des phoques gris suivis par balises en estuaire de Seine ont également été décrits. Les périodes de repos à sec ont été proportionnellement moins nombreuses en milieu de journée. Sjöberg *et al.* (1995) ont décrit un comportement similaire des phoques gris en mer Baltique,

néanmoins la plupart des autres études, sur le phoque gris ou sur d'autres espèces de phocidés, ont montré que la proportion de temps passé à terre était plus importante en milieu de journée, sans doute pour permettre une meilleure thermorégulation à de plus hautes latitudes (Cameron 1970, Stewart 1984, Cronin *et al.* 2010, Blundell & Pendleton 2015). En revanche, l'influence très marquée du rythme des marées sur les repos à terre des phoques gris suivis dans la présente étude coïncide avec la plupart des études menées dans des habitats tidaux de phoques gris, ou phoques veaux-marins (Pauli & Terhune 1987, Hamilton *et al.* 2014, Granquist & Hauksson 2016).

L'influence du rythme tidal sur l'activité de chasse des phoques a en revanche été peu décrite dans la littérature, a fortiori sur le phoque gris. Nos résultats suggèrent que les phoques suivis par balises ont effectué plus de plongées probables de chasse aux marées montantes, hautes et descendantes, ce qui peut tout simplement refléter la plus faible proportion de temps passé en mer à marée basse, lorsque la majorité des repos à sec ont lieu. Il est néanmoins également possible que le rythme des marées influence directement la poursuite de proies, indépendamment des périodes de repos à terre (Zamon 2001).

Cette étude portait spécifiquement sur le suivi télémétrique de phoques gris, en raison notamment de leurs déplacements généralement moins côtiers que les phoques veaux-marins (*Phoca vitulina*), autre espèce de phoque présente en Manche Est. Les suivis télémétriques de phoques veaux-marins réalisés à partir de la baie des Veys ont néanmoins montré qu'ils pouvaient eux aussi se déplacer jusqu'à des distances du projet de parc éolien en mer Centre Manche équivalentes à celles enregistrées ici pour les phoques gris (Vincent & Elder 2022). Il sera donc important dans les futures études de bien tenir compte des déplacements et comportements de ces deux espèces en baie de Seine occidentale et orientale. Des suivis télémétriques de phoques veaux-marins sont d'ores et déjà réalisés ou programmés, dans le cadre du projet éolien de Courseulles sur mer (EOC), en 2020-2021 (état de référence, données disponibles publiquement²), 2023-2024 (suivis pendant construction ; les données seront également disponibles d'ici juillet 2024) et en 2026 ou 2027 (suivis pendant exploitation). Il sera sans doute pertinent d'analyser conjointement ces jeux de données dans le cadre du projet Centre Manche, notamment si les phoques veaux-marins continuent à se déplacer jusqu'au large de Barfleur, comme certains semblent le faire actuellement.

REMERCIEMENTS

Nous remercions l'ensemble des personnes et organismes qui ont rendu possible cette étude, tout particulièrement le personnel de la Maison de l'Estuaire, de l'Office Français pour la Biodiversité (BMI Nord-Ouest, Parc naturel marin d'Iroise) et de La Rochelle Université (CEBC, Pelagis), ainsi que le Groupe Mammalogique Normand, pour leur participation aux captures des phoques sur le terrain.

² <https://www.seanoe.org/data/00785/89718/>

REFERENCES

- Austin, D., W. Bowen and J. Mcmillan. 2004. Intraspecific variation in movement patterns: modeling individual behaviour in a large marine predator. *Oikos* 105:15-30.
- Blundell, G. and G. Pendleton. 2015. Factors affecting haul-out behavior of harbor seals (*Phoca vitulina*) in tidewater glacier inlets in Alaska: Can tourism vessels and seals coexist? *Plos One* 10:e0125486.
- Brasseur, S., T. Van Polanen Petel, T. Gerrodette, E. Meesters, P. Reijnders and G. Aarts. 2015. Rapid recovery of Dutch gray seal colonies fueled by immigration. *Marine Mammal Science* 31:405-426.
- Cameron, A. 1970. Seasonal movements and diurnal activity rhythms of the grey seal. *Journal of Zoology, London* 161:15-23.
- Carter, M. I. D., L. Boehme, C. D. Duck, W. J. Grecian, G. D. Hastie, B. J. Mcconnell, D. L. Miller, C. D. Morris, S. E. W. Moss, D. Thompson, P. M. Thompson and D. J. F. Russell. 2020. Habitat-based predictions of at-sea distribution for grey and harbour seals in the British Isles. 74 PP pp.
- Cronin, M., A. F. Zuur, S. N. Ingram and E. Rogan. 2010. A modelling framework to optimize timing of haulout counts for estimating harbour seal (*Phoca vitulina*) abundance. *NAMMCO Scientific Publications* 8:213-225.
- Granquist, S. and E. Hauksson. 2016. Seasonal, meteorological, tidal and diurnal effects on haul-out patterns of harbour seals (*Phoca vitulina*) in Iceland. *Polar Biology*.
- Guşatu, L. F., S. Menegon, D. Depellegrin, C. Zuidema, A. Faaij and C. Yamu. 2021. Spatial and temporal analysis of cumulative environmental effects of offshore wind farms in the North Sea basin. *Scientific Reports* 11:10125.
- Hague, E. L., C. E. Sparling, C. Morris, D. Vaughan, R. Walker, R. M. Culloch, A. R. Lyndon, T. F. Fernandes and L. H. Mcwhinnie. 2022. Same Space, Different Standards: A Review of Cumulative Effects Assessment Practice for Marine Mammals. *Frontiers in Marine Science* 9.
- Hamilton, C., C. Lydersen, R. Ims and K. Kovacs. 2014. Haul-out behaviour of the world's northernmost population of harbour seals (*Phoca vitulina*) throughout the year. *Plos One* 9:e86055.
- Hauksson, E. 2007. Growth and reproduction in the Icelandic grey seal. *NAMMCO Scientific Publications* 6:153-162.
- Heerah, K., S. Cox, P. Blevin, C. Guinet and J.-B. Charassin. 2019. Validation of dive foraging indices using archived and transmitted acceleration data: The case of the Weddell seal. *Frontiers in Ecology and Evolution* 7.
- Hewer, H. 1964. The determination of age, sexual maturity, longevity and a life-table in the grey seal (*Halichoerus grypus*). *Proceedings of the Zoological Society of London* 142:593-624.
- Huon, M., E. Jones, J. Matthiopoulos, B. Mcconnell, F. Caurant and C. Vincent. 2015. Habitat selection of gray seals (*Halichoerus grypus*) in a Marine Protected Area in France. *The Journal of Wildlife Management* 79:1091-1100.
- Huon, M., Y. Planque, M. J. Jessopp, M. Cronin, F. Caurant and C. Vincent. 2021. Fine-scale foraging habitat selection by two diving central place foragers in the Northeast Atlantic. *Ecology and Evolution* 11:12349–12363.
- Jones, E., B. Mcconnell, S. Smout, P. Hammond, C. Duck, C. Morris, D. Thompson, D. Russell, C. Vincent, M. Cronin, R. Sharples and J. Matthiopoulos. 2015. Patterns of space use in sympatric marine colonial predators reveal scales of spatial partitioning. *Marine Ecological Progress Series* 534:235-249.
- Mcconnell, B. J., M. A. Fedak, S. K. Hooker and T. A. Patterson. 2010. Telemetry. Pages 222-242 in I. L. Boyd, W. D. Bowen and S. J. Iverson eds. *Marine Mammal Ecology and Conservation. A Handbook of Techniques*. Oxford University Press Inc, New York.
- Nowak, B. V. R., W. D. Bowen, C. E. Den Heyer, S. L. C. Lang and D. C. Lidgard. 2023. Ontogeny of movement patterns in naïve grey seal pups inhabiting a complex continental shelf ecosystem. *Plos One* 18:e0290707.

- Pauli, B. and J. Terhune. 1987. Tidal and temporal interaction on harbour seal haul-out patterns. *Aquatic Mammals* 13:93-95.
- Poncet, S., M. Sicard, M. Le Baron, M. Francou, A. Hemon, M.-H. Fréreau, J.-F. Elder, C. Gicquel, S. Monnet, C. Rault, J. Karpouzopoulos, T. Lecarpentier, J. Lefebvre, A. Everard, F. Colomb, M. Diard Combot, P. Provost, A. Deniau, F. Urtizberea, D. Koelsch, B. Letournel and C. Vincent. 2021. Recensement des colonies et reposoirs de phoques en France en 2019. 50 pp.
- Russell, D., G. Hastie, D. Thompson, V. Janik, P. Hammond, L. Scott-Hayward, J. Matthiopoulos, E. Jones and B. McConnell. 2016. Avoidance of wind farms by harbour seals is limited to pile driving activities. *Journal of Applied Ecology* doi:10.1111/1365-2664.12678.
- Sjöberg, M., M. Fedak and B. McConnell. 1995. Movements and diurnal behaviour patterns in a baltic grey seal (*Halichoerus grypus*). *Polar Biology* 15:593-595.
- Stewart, B. 1984. Diurnal hauling patterns of harbor seals at San Miguel island, California. *Journal of Wildlife Management* 48:1459-1461.
- Thomsen, F., K. Lüdemann, R. Kafemann and W. Piper. 2006. Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. 62 pp.
- Twiss, S. and J. Kranklin. 2010. Individually consistent behavioural patterns in wild, breeding male grey seals (*Halichoerus grypus*). *Aquatic Mammals* 36:234-238.
- Vincent, C. and J.-F. Elder. 2022. Suivi télémétrique des phoques veaux-marins de la baie des Veys (mesure de suivi Su11 du projet de parc éolien en mer du Calvados) - Etat de référence. CEBC/EOC – contrat n°4500106894. 39 pp.
- Vincent, C., M. Huon and F. Caurant. 2015. Suivis télémétriques de phoques gris dans le Parc naturel marin d'Iroise (2010-2014). 123 pp.
- Vincent, C., M. Huon, F. Caurant, W. Dabin, A. Deniau, S. Dixneuf, L. Dupuis, J.-F. Elder, M.-H. Fréreau, S. Hassani, A. Hemon, J. Karpouzopoulos, C. Lefebvre, B. J. McConnell, S. E. W. Moss, P. Provost, J. Spitz, Y. Turpin and V. Ridoux. 2017. Grey and harbour seals in France: Distribution at sea, connectivity and trends in abundance at haulout sites. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 141:294-305.
- Vincent, C., Y. Planque, M. Huon and F. Caurant. 2021. Suivis télémétriques de phoques gris et phoques veaux-marins à partir de la baie de Somme (2019-2020) - Rapport final. La Rochelle Université. 80 pp.
- Ydesen, K., D. Wisniewska, J. Hansen, K. Beedholm, M. Johnson and P. Madsen. 2014. What a jerk: prey engulfment revealed by high-rate, super-cranial accelerometry on a harbour seal (*Phoca vitulina*). *The Journal of Experimental Biology* 217:2239-2243.
- Zamon, J. 2001. Seal predation on salmon and forage fish schools as a function of tidal currents in the San Juan Islands, Washington, USA. *Fisheries Oceanography* 10:353-366.

Annexe 1 : Cartes individuelles des déplacements des phoques gris suivis par balises GPS/GSM à partir de la baie de Seine (en date du 26/11/2023 au plus tard). Les cartes des phoques N04 et N05 sont temporaires puisque les balises de ces phoques transmettent toujours au-delà de cette date du 26/11/2023.

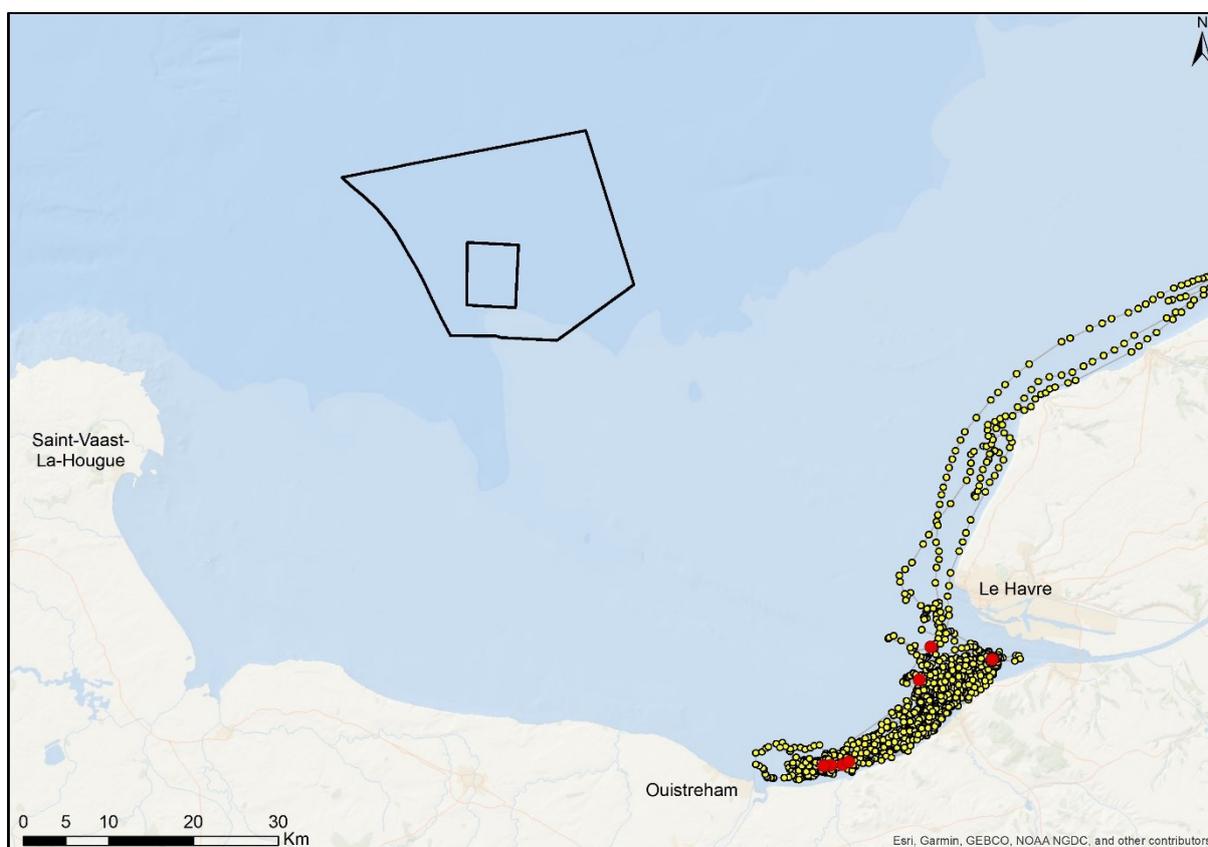
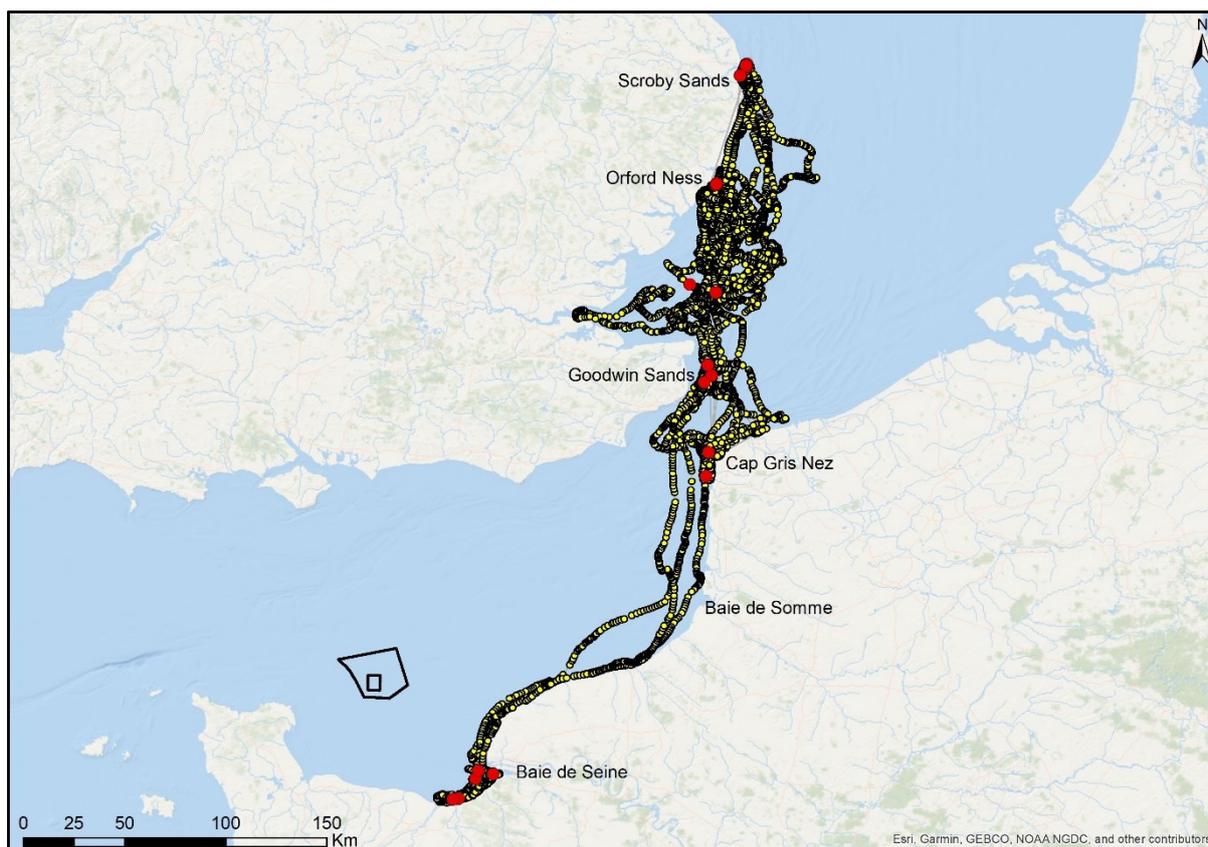


Figure A1-1 : Cartes des déplacements (globale et zoomée sur l'estuaire de Seine) du phoque N01, du 19/07/2022 au 17/01/2023. Les points rouges représentent les localisations des repos à sec.

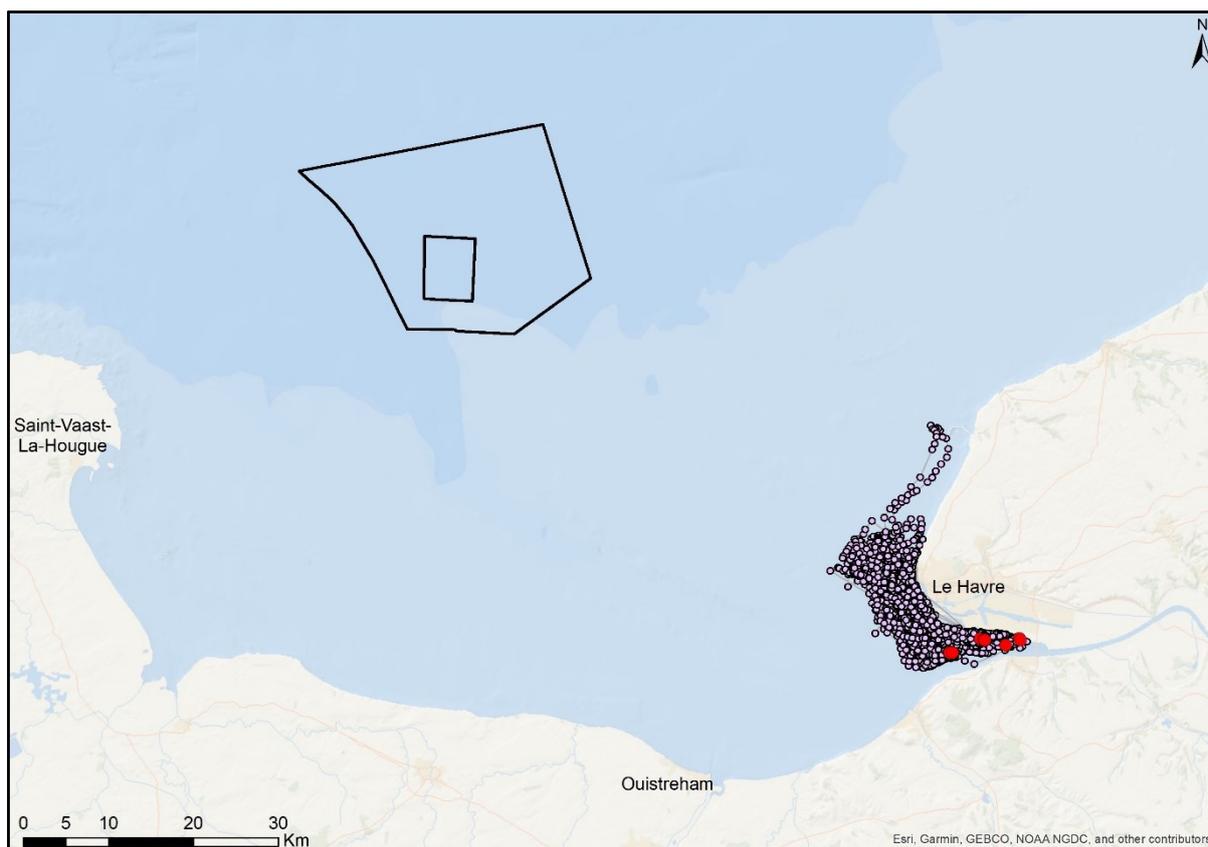


Figure A1-2 : Carte des déplacements du phoque N02, du 20/07/2022 au 26/11/2022. Les points rouges représentent les localisations des repos à sec.

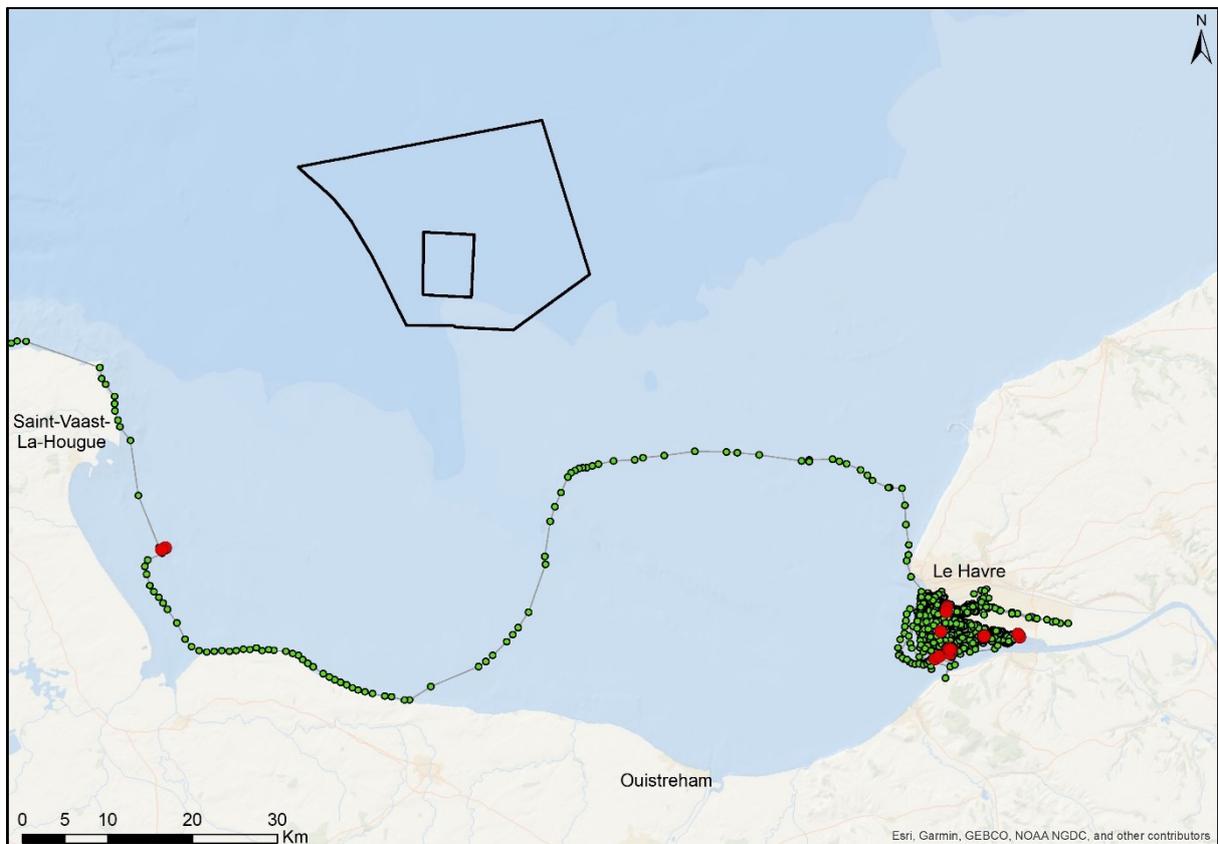


Figure A1-3 : Cartes des déplacements (globale et zoomée sur l'estuaire de Seine) du phoque N03, du 17/07/2023 au 09/11/2023. Les points rouges représentent les localisations des repos à sec.

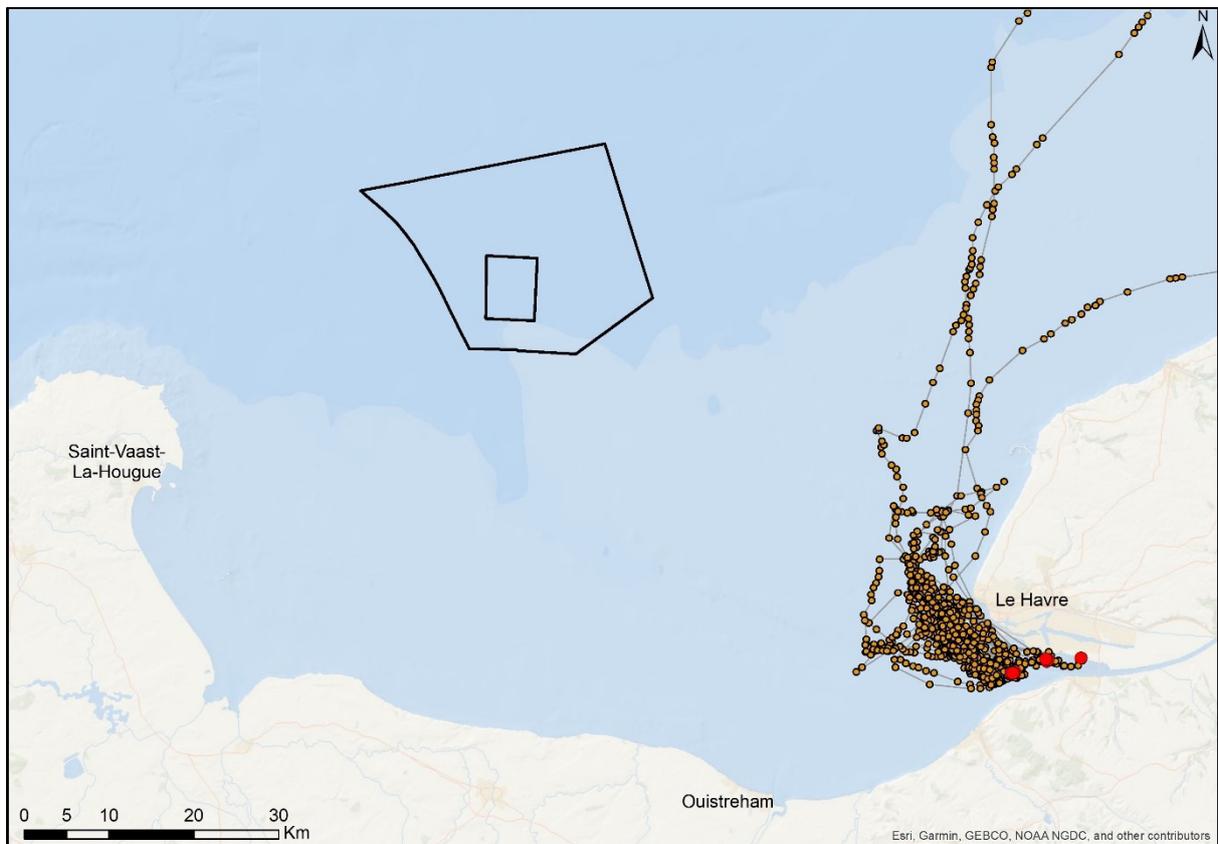


Figure A1-4 : Cartes des déplacements (globale et zoomée sur l'estuaire de Seine) du phoque N04, du 18/07/2023 au 26/11/2023 (suivi toujours en cours à cette date).

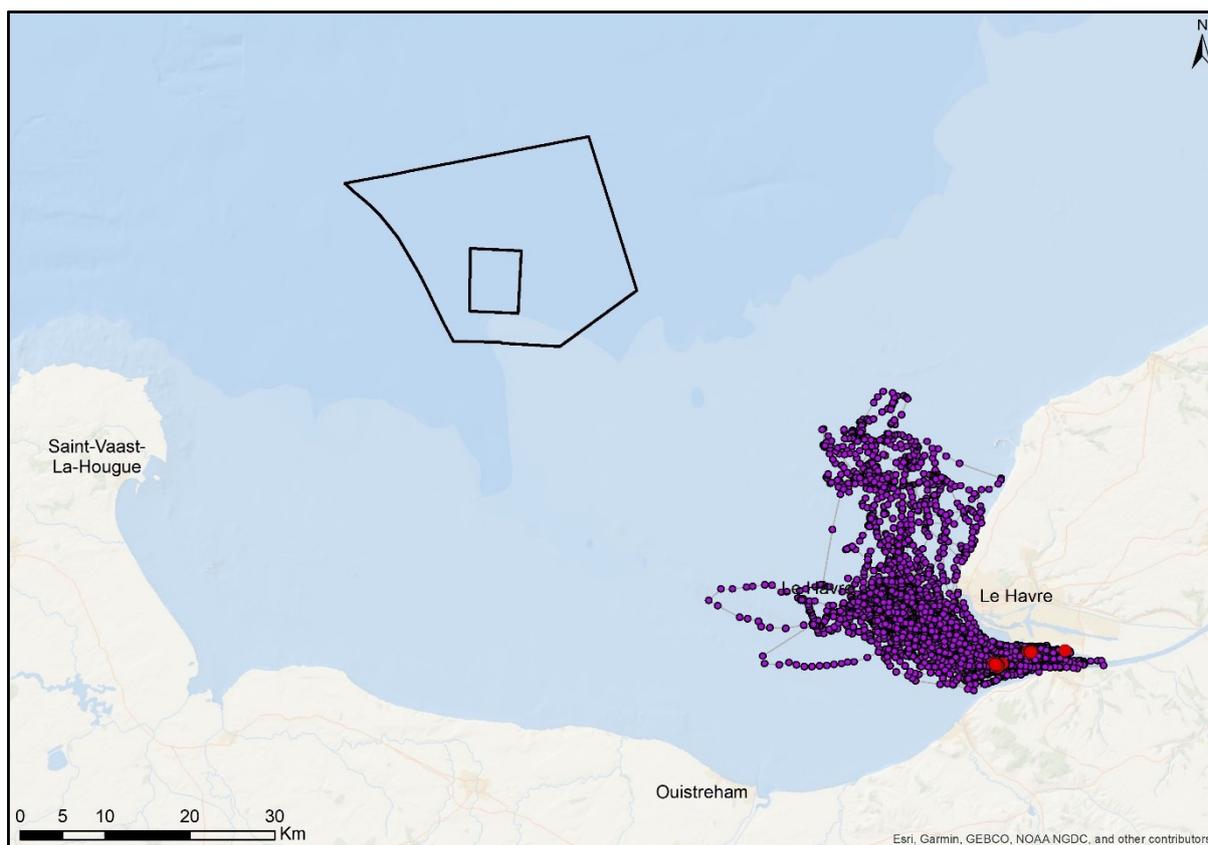


Figure A1-5 : Cartes des déplacements (globale et zoomée sur l'estuaire de Seine) du phoque N05, du 18/07/2023 au 26/11/2023 (suivi toujours en cours à cette date). Les points rouges représentent les localisations des repos à sec.

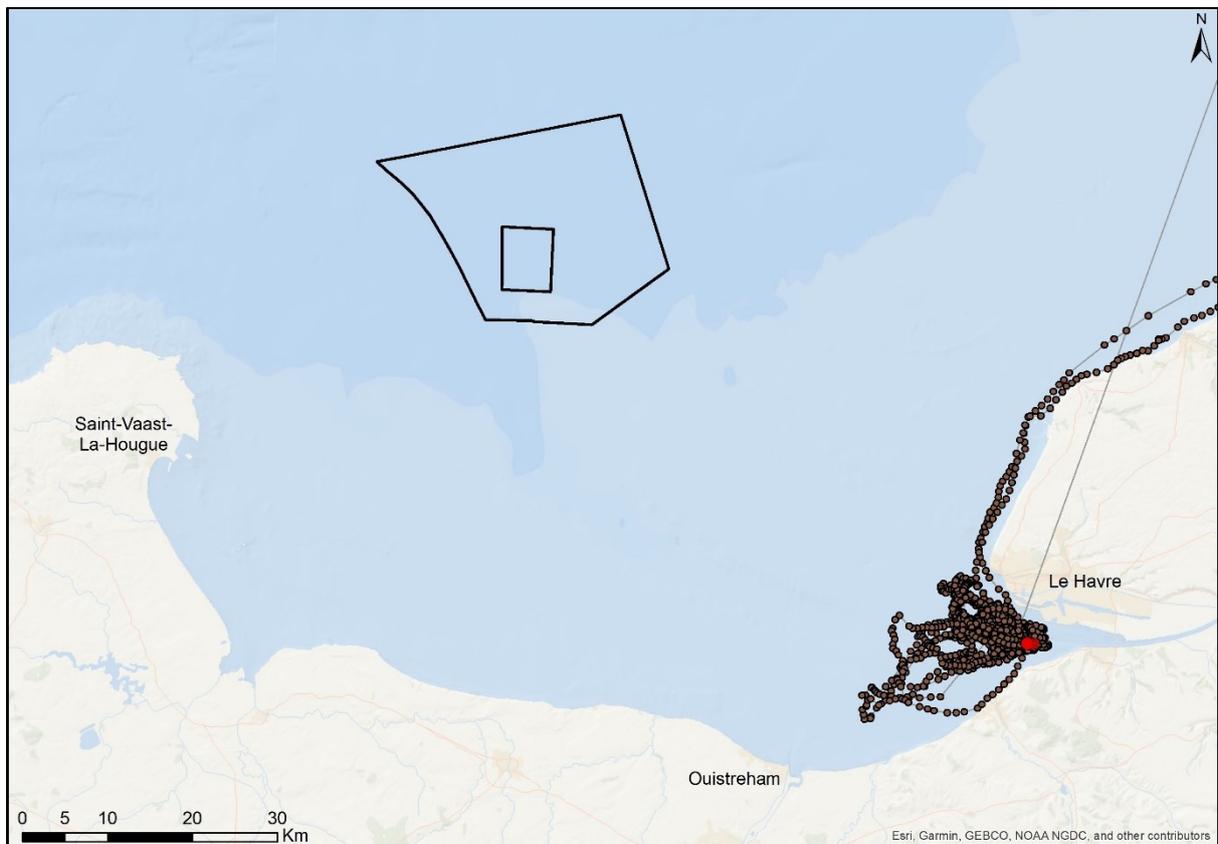


Figure A1-6 : Cartes des déplacements (globale et zoomée sur l'estuaire de Seine) du phoque N06, du 18/07/2023 au 11/11/2023. Les points rouges représentent les localisations des repos à sec.

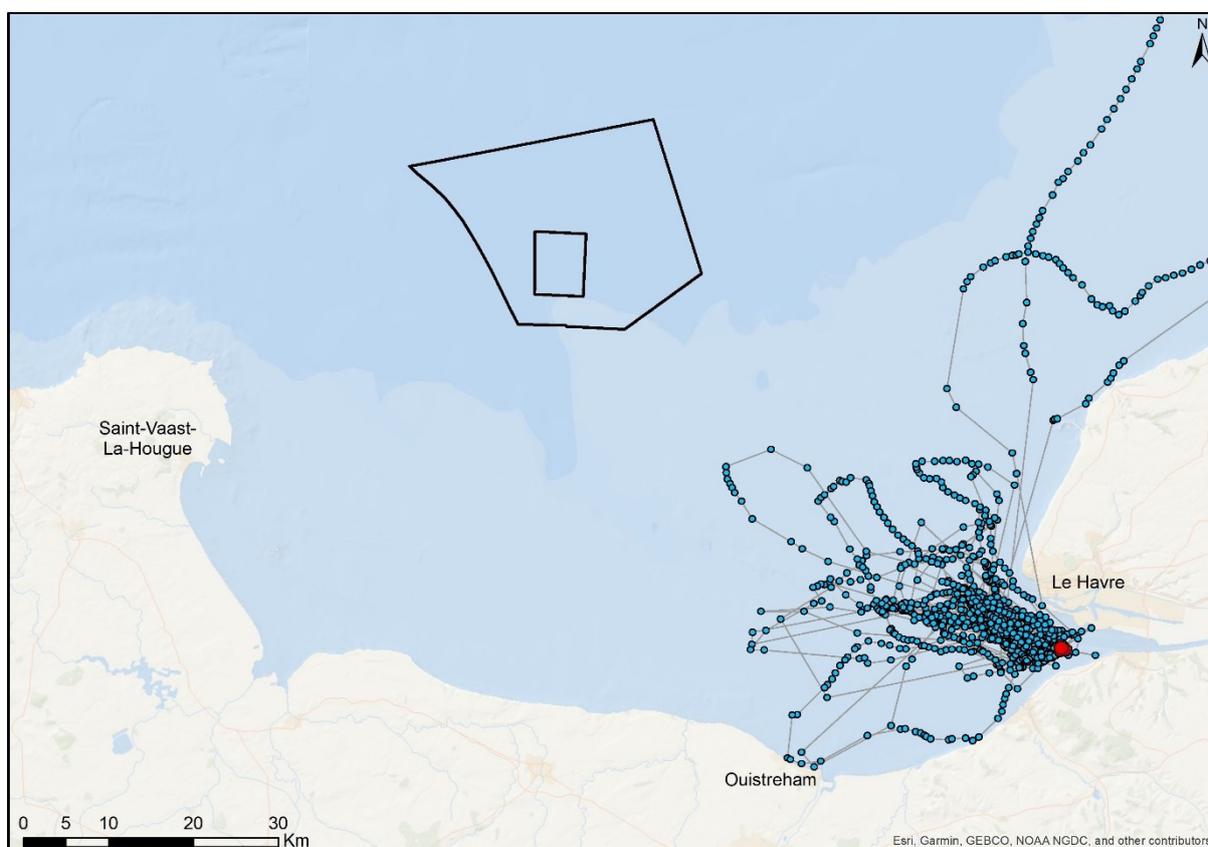


Figure A1-7 : Cartes des déplacements (globale et zoomée sur l'estuaire de Seine) du phoque N07, du 20/07/2023 au 02/11/2023. Les points rouges représentent les localisations des repos à sec.

Annexe 2 : Cartes individuelles des zones de chasse probables des phoques gris suivis par balises GPS/GSM à partir de la baie de Seine (en date du 26/11/2023 au plus tard), zoomées en Manche Est. Les cartes des phoques N04 et N05 sont temporaires puisque les balises de ces phoques transmettent toujours au-delà de cette date du 26/11/2023. Le numéro de phoque est indiqué sur chaque carte. Les densités de Kernel à 50%, 75 et 95% indiquent respectivement les zones centrales et zones périphériques de chasse probable des phoques.

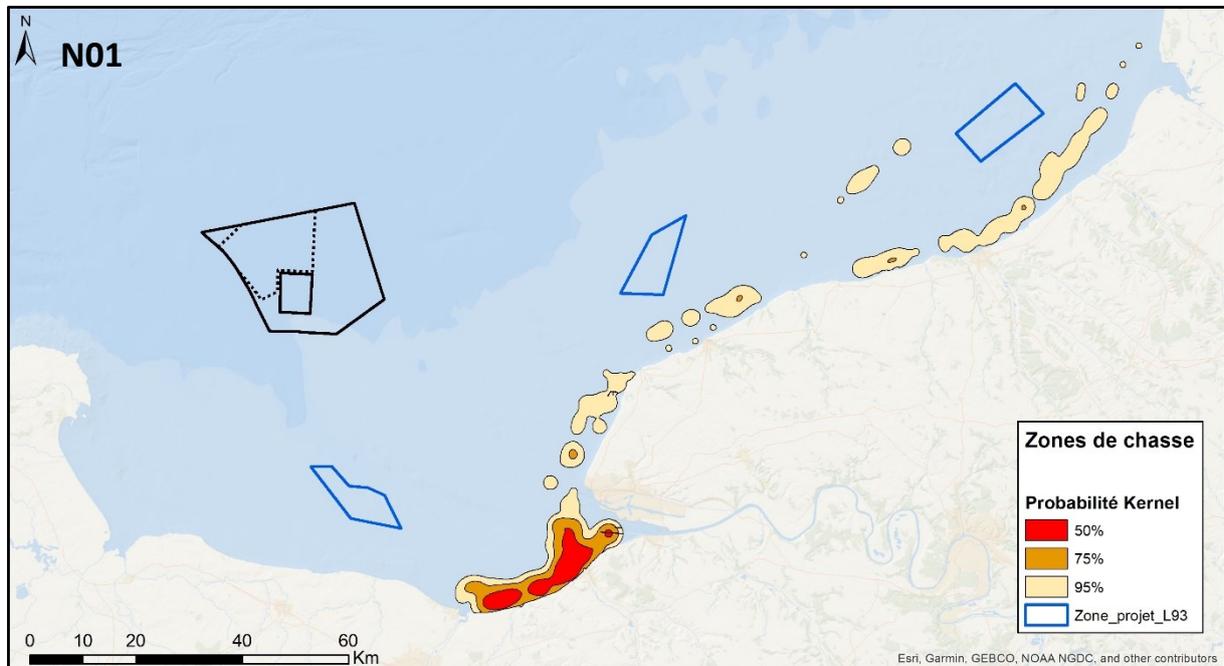


Figure A2-1 : Carte de distribution des principales zones de chasse probables du phoque N01.

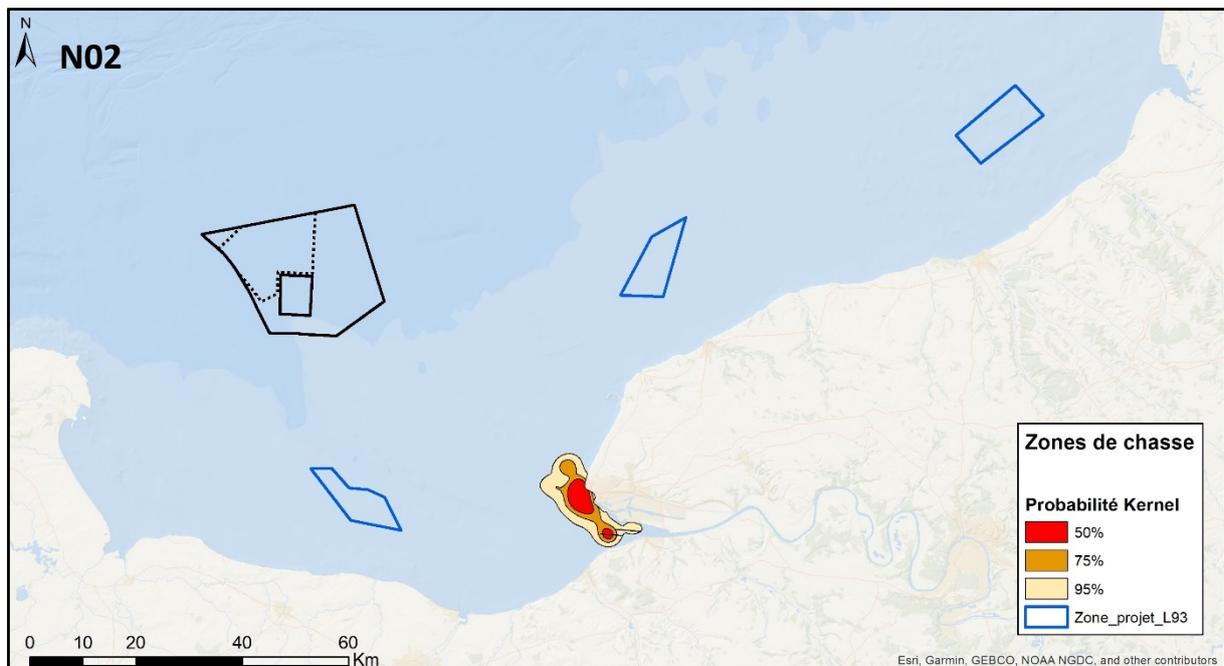


Figure A2-2 : Carte de distribution des principales zones de chasse probables du phoque N02.

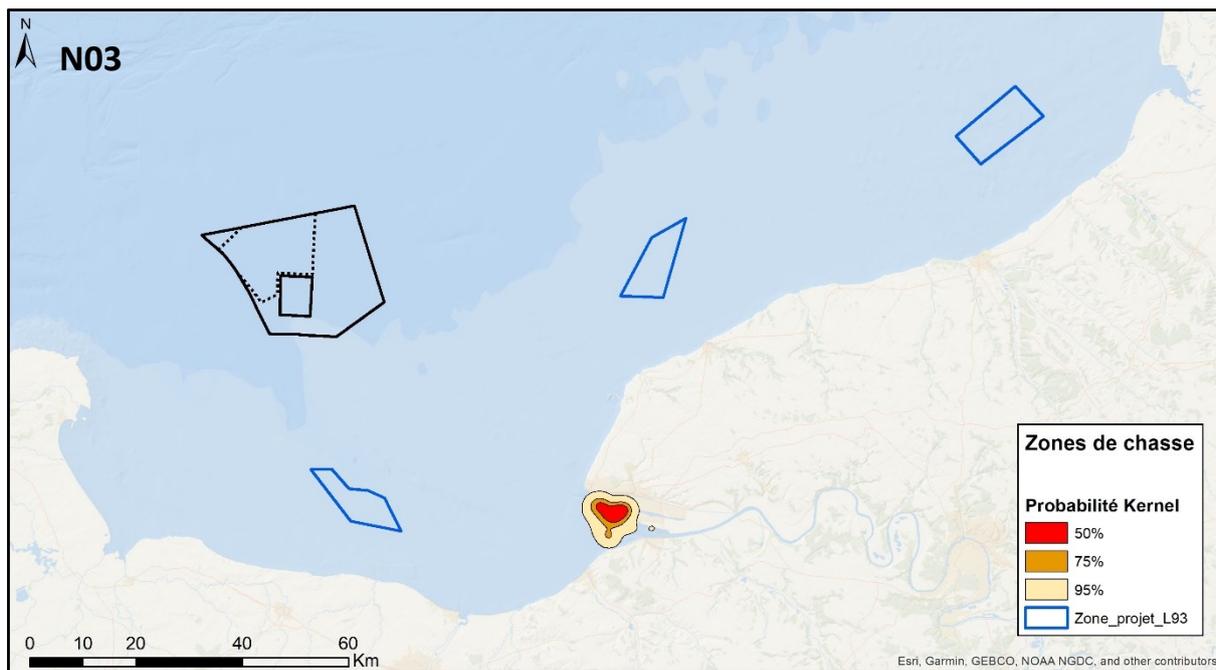


Figure A2-3 : Carte de distribution des principales zones de chasse probables du phoque N03.

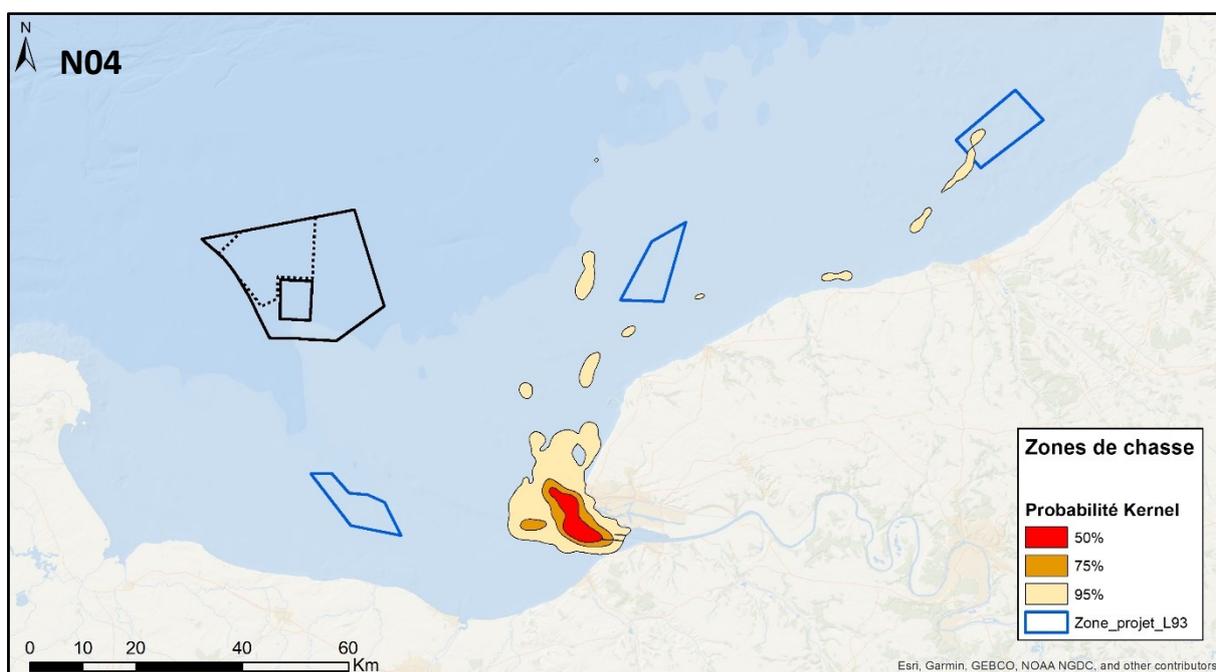


Figure A2-4 : Carte de distribution des principales zones de chasse probables du phoque N04.

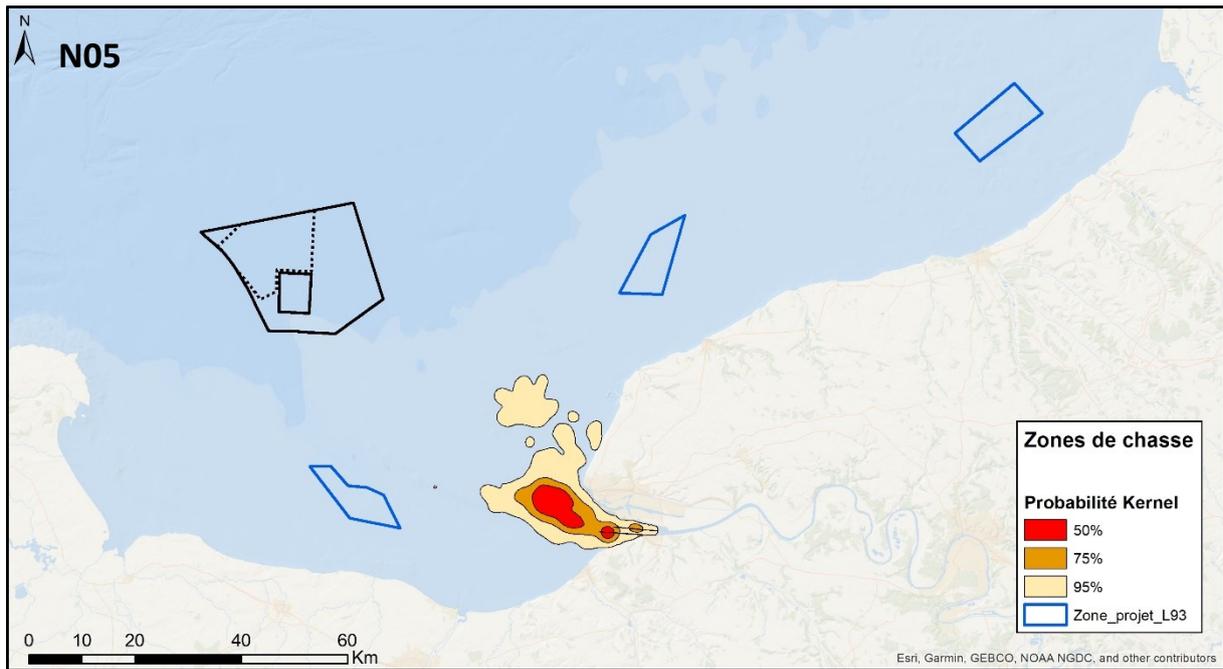


Figure A2-5 : Carte de distribution des principales zones de chasse probables du phoque N05.

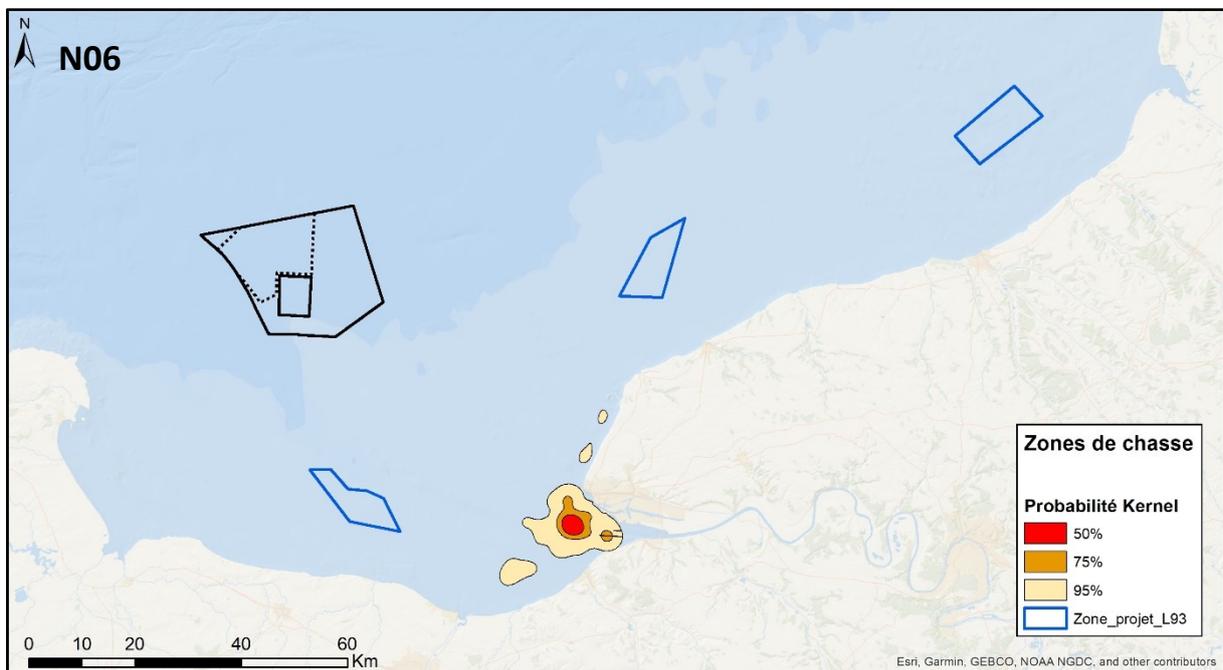


Figure A2-6 : Carte de distribution des principales zones de chasse probables du phoque N06.

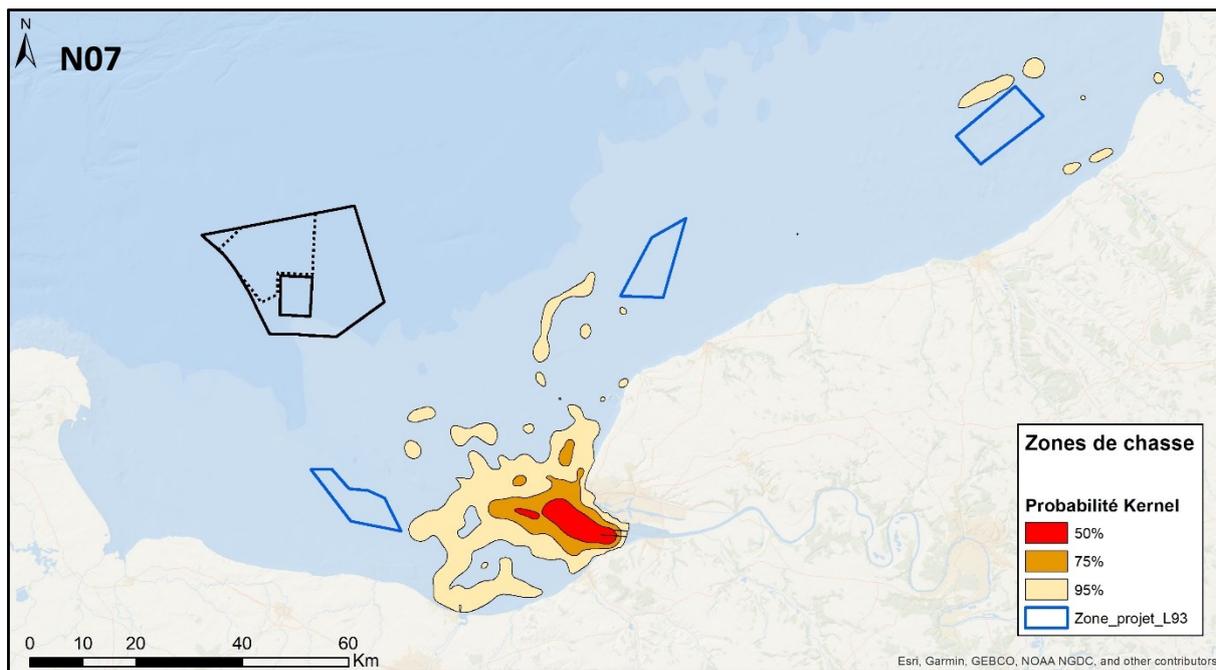


Figure A2-7 : Carte de distribution des principales zones de chasse probables du phoque N07.