



Suivi de la mégafaune marine au sein du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale

## Programme MAMO\*

Rapport de campagne 2023-2025

Septembre 2025

Ariane Blanchard<sup>1</sup>, Ghislain Dorémus<sup>1</sup>,  
Pierre-Louis Gamelin<sup>2</sup>, Justine Ouzeau<sup>1</sup>,  
Gautier Poiriez<sup>2</sup>, Thierry Sanchez<sup>1</sup>, Olivier  
Van Canneyt<sup>1</sup>, Gary Williams<sup>2</sup>, Jérôme  
Spitz<sup>1</sup>, Sophie Laran<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Observatoire PELAGIS - UAR 3462

<sup>2</sup>Groupe Ornithologique et Naturaliste

\* *Etude de la Mégafaune marine par observation Aérienne en Manche Orientale, en particulier dans le Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale*

Observatoire PELAGIS - UAR 3462  
Université de La Rochelle - CNRS  
Pôle Analytique - 5 allées de l'Océan  
17 000 La Rochelle – France  
<http://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr>

  
**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE**  
Liberté  
Égalité  
Fraternité

  
**OFB**  
OFFICE FRANÇAIS  
DE LA BIODIVERSITÉ

  
**Parc naturel marin  
des estuaires picards  
Mer d'Opale**



## SOMMAIRE

---

<b>Sommaire .....</b>	<b>2</b>
<b>Remerciements .....</b>	<b>4</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Contexte et enjeux .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Méthodologie .....</b>	<b>7</b>
A. <b>Période d'étude .....</b>	7
B. <b>Zone d'étude .....</b>	8
C. <b>Protocole d'observation et équipement .....</b>	9
Cadre général .....	9
Mise en place et déroulement des vols .....	9
Collecte et enregistrement des données visuelles .....	10
Formation d'observateurs du GON .....	11
Équipement aéronautique .....	11
Acquisition de données digitales .....	11
D. <b>Méthode de traitement des données .....</b>	12
Contrôle, préparation et bancarisation des données .....	12
Traitement des données digitales .....	13
Estimation des taux d'observation .....	14
Estimation des densités .....	14
<b>3. Résultats .....</b>	<b>18</b>
A. <b>Déroulement des sessions .....</b>	18
Contraintes de réalisation .....	18
Effort d'observation .....	20
Effort digital .....	22
Conditions d'observations .....	24
B. <b>Bilan du Traitement digital .....</b>	26
Bilan du traitement digital .....	26
Les mammifères marins .....	28
Les oiseaux .....	29
Observations complémentaires .....	32
C. <b>Observations : distribution et abondance relative .....</b>	32
Les mammifères marins .....	32
Phocoenidés .....	35
Phocidés .....	36
Autres mammifères marins .....	37
Les oiseaux marins (et oiseaux du littoral) .....	38
Alcidés .....	41
Sulidés .....	42
Sternocoraciidés .....	43
Grands laridés : goélands .....	44
Petits laridés : mouettes .....	46
Sternidés .....	48
Procellariidés .....	49
Hydrobatidés .....	50
Phalacrocoracidés .....	52

Oiseaux côtiers et terrestres.....	53
Oiseaux morts.....	56
Les autres espèces de la mégafaune marine.....	57
Les indices d'activités humaines .....	59
Déchets (autres que déchets de pêche) .....	61
Bateaux, bouées et déchets de pêche.....	62
Bateaux de plaisance .....	65
Bateaux de commerce .....	67
<b>4. Valorisation et communication .....</b>	<b>69</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>71</b>
<b>Références.....</b>	<b>74</b>
Liste des tableaux et figures.....	74
References bibliographiques .....	79
<b>Annexes.....</b>	<b>80</b>

## REMERCIEMENTS

---

La réalisation de cette campagne a été possible grâce à l'action de nombreuses institutions et personnes que nous souhaitons citer et remercier.

Tout d'abord le Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale (Carole PERRON) qui a financé ce projet. Des services de l'état ont aidé à l'accomplissement de cette mission, notamment le Ministère des Affaires Etrangères (Vincent GOUILARD) et le Ministère de l'Environnement (Florian EXPERT) pour aider à faciliter l'accès aux zones de drones.

La mission n'aurait pu se conduire sans les compétences et le professionnalisme de l'ensemble du personnel technique aéronautique de PIXAIR SURVEY, coordonné par Jean-Jérôme HOUDAILLE. Un remerciement tout particulier aux pilotes (Maxime CHARDON, Clément HANNES, Pierre MALLART et Romain MACE) pour leur engagement et l'énergie déployée afin d'obtenir les autorisations nécessaires en amont de chaque vol et session. Nos remerciements s'adressent également aux équipes techniques au sol, basées à Rouen, dont le soutien a aussi été indispensable tout au long de la campagne.

Merci également à notre partenaire la société HYTECH IMAGING (Morgane CANEVET, Mathilde LEFEUVRE, Marc LENNON, Sébastien PEILLET et Nicolas THOMAS) pour avoir assuré la mise à disposition du dispositif STORMM et l'assistance réactive à distance tant sur la phase d'acquisition que sur la phase de traitement des données.

De même, cette campagne n'aurait pu avoir lieu sans l'investissement et la disponibilité des observateurs de l'observatoire Pelagis (Ariane BLANCHARD, Ghislain DOREMUS, Simon ERNST, Elise GUIRAUD, Sophie LARAN, Thierry SANCHEZ, Olivier VAN CANNEYT) et du GON (Gary WILLIAMS, Pierre-Louis GAMELIN, Gauthier POIRIEZ). Nous tenons à les remercier pour leur flexibilité et la qualité de leur travail.

**Citation du document :** Blanchard A., Doremus G., Gamelin P.-L., Ouzeau, J., Poiriez G., Sanchez T., Van Canneyt O., Williams G., Spitz J., Laran S. (2025). Suivi de la mégafaune marine au sein du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale - Programme MAMO - Rapport de campagne 2023-2025 pour le PNM EPMO (OFB-22-0565). 91 pp.

**Crédits photographiques page de garde :** G. Gautier et Pelagis

**Réalisé dans le cadre du Contrat de recherche et développement** avec l'OFB (n°OFB-22-0565) relatif à l'étude de la mégafaune marine par observation aérienne en Manche orientale, en particulier dans le Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale.

## RESUME

Le projet MAMO vise à enrichir les connaissances sur les oiseaux et les mammifères marins dans le Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale (PNM EPMO) et de ses eaux avoisinantes, à une résolution saisonnière. Cette campagne d'acquisition de données *via* l'observation aérienne vise également les autres espèces mobiles visibles en surface (poissons, raies, méduses), les macrodéchets flottants ainsi que les navires. Elle a pour objectif d'identifier et préciser distributions et abondances des taxons de la mégafaune marine les plus abondants dans la zone d'étude, tout en caractérisant les variations saisonnières.

Initialement prévue pour l'automne 2022, **la campagne a débuté au printemps 2023** après obtention des accords nécessaires pour les eaux anglaises. **Sept sessions** de prospection aérienne ont été menées entre le printemps 2023 et l'hiver 2025, couvrant plus de **12 300 kilomètres d'effort** d'observation. Les survols ont été réalisés selon la méthode du *Distance Sampling* à une altitude de 600 pieds, avec un protocole identique à celui des campagnes nationales SAMM. L'échantillonnage a été complété par le **système d'acquisition photographique STORMM, embarqué à partir du printemps 2024**, permettant de coupler observation visuelle et acquisition digitale.

Malgré des contraintes météorologiques, techniques et réglementaires, la couverture des plans d'échantillonnage a été satisfaisante. **Plus de 18 300 observations visuelles** ont été collectées : 613 observations (941 individus) de mammifères marins ; 12 814 observations d'oiseaux (38 709 individus) ; 412 observations d'autres espèces marines ; ainsi que 3 629 observations de déchets (dont 82 de déchets de pêche), 430 de bouées de pêche et 257 de navires pour les activités humaines.

**Le marsouin commun et les phoques constituent les mammifères marins les plus observés, avec des densités maximales en hiver. Chez les oiseaux, les alcidés, les laridés et le fou de Bassan montrent les taux de rencontre les plus élevés, avec une forte saisonnalité observée pour les alcidés en hiver.**

L'apport du dispositif STORMM a permis d'affiner les identifications, de corriger des erreurs taxonomiques et de préciser les effectifs, en particulier pour les phoques, mouettes, sternes et goélands. L'analyse digitale a amélioré la précision taxonomique de l'échantillon d'observations traité.

Ces résultats renforcent les connaissances disponibles pour l'évaluation de l'état de conservation des espèces et l'identification de zones d'importance écologique dans la Manche orientale. Les données collectées sont essentielles pour affiner les stratégies de suivi et d'évaluation de l'état de conservation des espèces marines de la région. La première session a notamment permis d'étendre vers le Sud une proposition de zone importante pour les mammifères marins (IMMA). Par ailleurs, la troisième session, réalisée conjointement avec la couverture hivernale du projet SCANS IV (Small Cetaceans in the European Atlantic and North Sea), a permis d'élargir la zone de prospection de cette campagne à grande échelle. Ces efforts soutiennent les objectifs de conservation et de gestion écologique du Parc, assurant une meilleure connaissance de la biodiversité marine locale.

## 1. CONTEXTE ET ENJEUX

Les mammifères marins, les oiseaux marins, et plus largement l'ensemble de la mégafaune marine, présentent des enjeux importants de surveillance et de conservation à la fois de par leur valeur patrimoniale, leur importance dans le fonctionnement des écosystèmes et le cadre réglementaire existant au niveau national et international (Authier et al., 2018). Ces espèces sont notamment centrales dans différentes directives et conventions européennes (Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin, Directive Habitats-Faune-Flore, Directive Oiseaux et Convention OSPAR pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est) imposant aux états membres de l'Union Européenne une obligation de surveillance et d'évaluation de l'état de leurs populations.

En France, les campagnes aériennes SAMM (Suivi Aérien de la Mégafaune Marine) représentent un des piliers du programme de surveillance de la Directive-Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) pour les thématiques associées : mammifères marins, oiseaux marins, tortues et déchets. Ces campagnes sont inscrites dans les Plans d'Action pour le Milieu Marin pour les différentes façades de France métropolitaine et représentent un engagement de la France au titre de la DCSMM. Elles sont mises en œuvre par l'Observatoire PELAGIS (UAR 3462, La Rochelle Université – CNRS) à la demande et sous financement de la Direction de l'Eau et de la Biodiversité (Ministère de la Transition Ecologique) et de l'Office français de la biodiversité (OFB). Utilisant un protocole identique, plusieurs campagnes à plus petite échelle sont conduites pour améliorer la connaissance sur la mégafaune marine à des échelles temporelles plus fines que les grandes campagnes. Ces campagnes sont initiées notamment dans les Parcs naturels marins.

Au lancement du projet, et en amont de la phase d'acquisition, une synthèse des données collectées par l'Observatoire PELAGIS dans la zone d'étude a été réalisée (Blanchard et al., 2023). Cette analyse a permis de dresser un premier aperçu de la variabilité saisonnière des principales espèces de mégafaune marine présentes dans la zone. Néanmoins, les connaissances actuelles sur la distribution, l'abondance et l'utilisation de la zone par la mégafaune marine restaient insuffisantes pour répondre aux questions de gestion et d'évaluation du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale. Des lacunes avaient été identifiées sur la fréquentation notamment par les oiseaux marins, ou le marsouin commun dans le périmètre du Parc naturel marin et celui des sites Natura 2000 gérés par le Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale. C'est pourquoi, le programme d'actions du Parc a prévu la mise en place du projet MAMO (Etude de la Mégafaune marine par observation Aérienne en Manche Orientale en particulier dans le Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale). L'objectif de ce programme était d'approfondir les connaissances et de suivre les distributions saisonnières des principales espèces de mégafaune marine au sein du périmètre du Parc naturel marin. Il était prévu d'effectuer un recensement aérien saisonnier pendant deux ans des eaux du Parc et les eaux adjacentes, dans le but d'affiner les stratégies de suivi et d'évaluation de l'état de conservation des espèces dans la zone. La zone d'étude de ce projet est présentée dans la Figure 1.

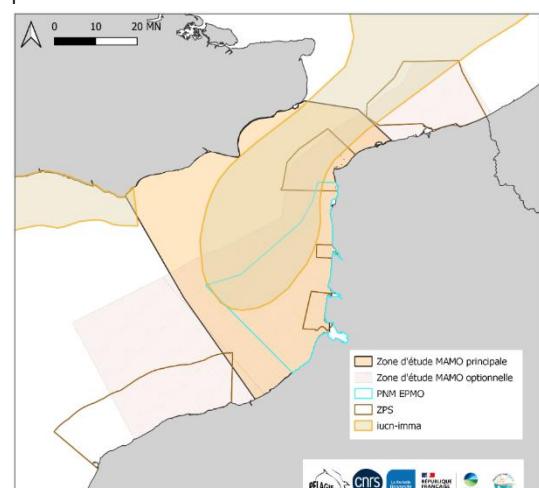


Figure 1. Zone d'étude du projet MAMO, pérимètre du PNM, ZPS (Zones de Protection Spéciale) et nouvelle zone importante pour les mammifères marins (IMMA, [www.marinemammalhabitat.org](http://www.marinemammalhabitat.org)).

## 2. METHODOLOGIE

### A. PERIODE D'ETUDE

Le démarrage de la campagne, initialement prévu à l'automne 2022, a dû être décalé au printemps 2023 afin d'obtenir les autorisations de vol dans les eaux anglaises en accord avec les vols de drones effectués dans la zone.

La campagne MAMO a été réalisée au cours de 7 sessions distinctes avec pour objectif initial d'acquérir des jeux de données sur les 4 saisons. La première session d'automne n'ayant pu avoir lieu pour des raisons météorologiques, ces 7 sessions ont eu lieu aux printemps 2023 et 2024 (mi-mai), en été 2023 et 2024 (mi-août et fin août), en hiver 2024 et 2025 (mi-janvier et mi-février) et en automne 2024 (fin octobre) (Figure 2).

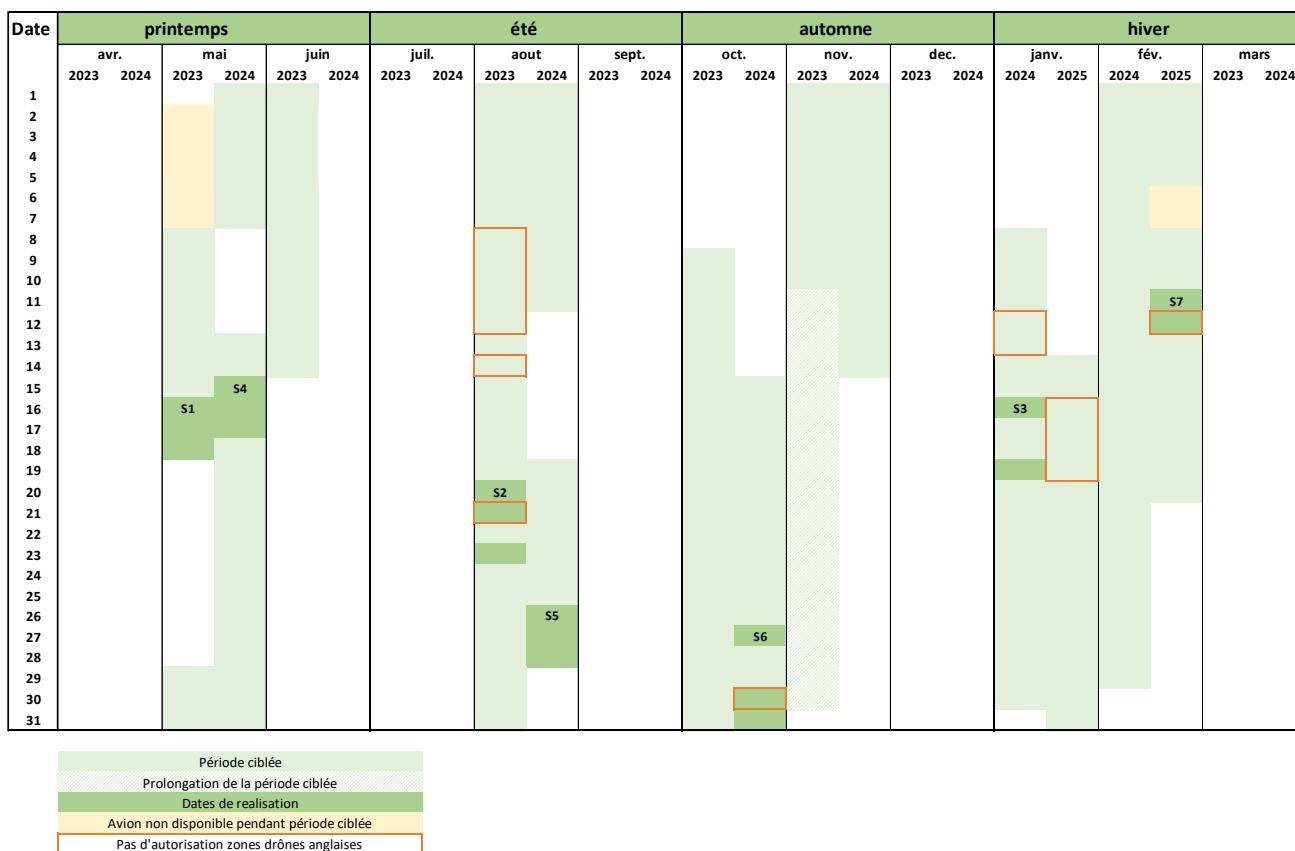


Figure 2. Calendrier de réalisation des sessions de la campagne MAMO.

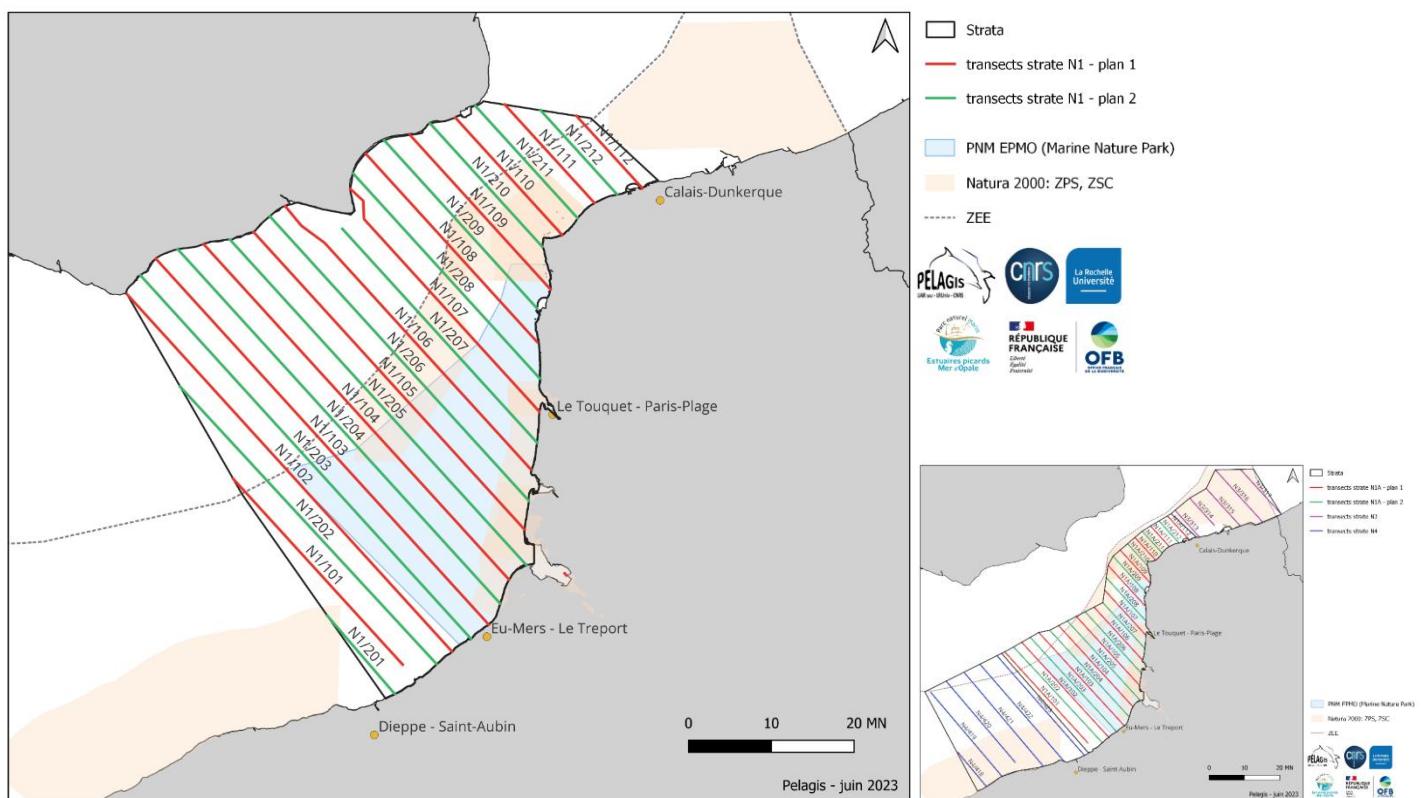
Les sessions ont été réalisées à des dates respectant les périodes initialement visées, cependant la session d'été 2024 réalisée fin août semble avoir été un peu tardive. Le nombre de jours nécessaires à la réalisation d'une session est de 2 jours de vol en théorie. Néanmoins, les sessions n'ont pas pu être réalisées en deux jours consécutifs en raison de la météorologie et des autorisations de vols, mais sur des périodes de 3 à 5 jours.

## B. ZONE D'ETUDE

La zone d'étude comprend le périmètre du Parc naturel marin (PNM) des estuaires picards et de la mer d'Opale et s'étend jusqu'aux côtes anglaises afin d'obtenir un plan d'échantillonnage pertinent pour le suivi de ces espèces mobiles. Elle couvre une superficie totale de 8 072 km<sup>2</sup>, avec un effort d'observation de 1 544 km par saison, répété sur deux années consécutives, du printemps 2023 à l'hiver 2025. Au sein du périmètre du PNM, l'effort d'échantillonnage représente environ 440 km par session.

Pour chaque session, les survols suivent un plan d'échantillonnage global défini au lancement du projet. Celui-ci comprend 2 plans d'échantillonnage en zigzag décalés spatialement (Figure 3). Les plans sont générés aléatoirement à l'aide du logiciel *Distance Sampling 7.3* (Thomas et al., 2010), puis sélectionnés parmi plusieurs options afin d'optimiser la couverture spatiale.

Un plan d'échantillonnage secondaire a également été conçu (Figure 3), en cas d'interdiction de vol dans les eaux anglaises, liée notamment aux survols de drones pour le contrôle de l'immigration. Cette zone d'étude secondaire se découpe en 3 strates : N1A (partie française de la zone d'étude initiale), N3 et N4 respectivement au nord-est et sud-ouest de la zone. Deux plans successifs au sein de la strate N1A et 1 plan au sein des strates N3 et N4 couvrent en totalité environ 1 330 km.

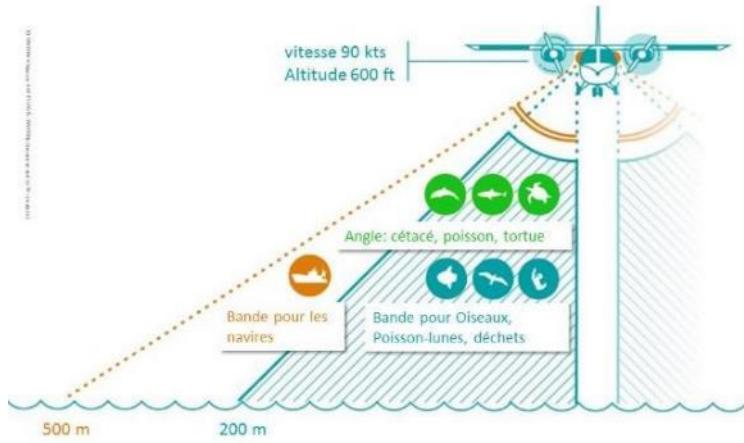


**Figure 3.** Etendue de la zone d'étude et plan d'échantillonnage prévisionnel des survols MAMO (à droite, option partie française uniquement avec zones complémentaires latérales).

## C. PROTOCOLE D'OBSERVATION ET EQUIPEMENT

### Cadre général

La méthodologie générale s'appuie sur la technique de l'observation le long de transects linéaires préalablement établis de *Distance sampling* (Buckland et al., 2001). Celle-ci suit le protocole multi-cibles utilisées dans le cadre des autres campagnes de l'observatoire Pelagis (Doremus et al., 2014). Bien que le protocole soit multi cibles, il affecte peu ou pas la détection d'un groupe taxonomique plutôt qu'un autre (Lambert et al., 2019). Il permet notamment de focaliser l'attention sous l'avion et de détecter plus facilement certaines espèces dans la zone principale à échantillonner pour les estimations de leurs abondances. La vitesse d'échantillonnage est de 90 à 95 noeuds ( $167$  à  $176$  km.h $^{-1}$ ) et l'altitude de 600 pieds (183 m). Selon les taxons relevés, deux échantillonnages sont réalisés : un échantillonnage en bande (*strip transect*) et un échantillonnage avec une mesure d'angle pour estimer la distance au transect (*distance sampling*). Les oiseaux, les bouées de pêche et les déchets sont relevés dans une bande de 200 m de part et d'autre du trajet suivi par l'avion (Figure 4). Les bateaux sont relevés dans une bande de 500 m de part et d'autre du trajet suivi par l'avion. Un angle est relevé pour les autres taxons (cétacés, élasmobranches, tortues et grands poissons pélagiques). Cette méthode possède l'avantage de produire des données de distribution spatiale et d'estimer des densités relatives, assorties d'un intervalle de confiance.



**Figure 4.** Zone d'observation et distances correspondantes à la surface pour les différents types de mégafaune marine (d'après une illustration de Mathieu Nivesse - OFB).

### Mise en place et déroulement des vols

Un vol d'observation nécessite des conditions de vent inférieures ou égales à 3 sur l'échelle de Beaufort, ou un état de la mer inférieur ou égal à 3 sur l'échelle de Douglas (vent  $\leq$  15 noeuds / mer peu agitée). La mer du vent est le facteur qui affecte le plus la détectabilité des cétacés ou des oiseaux posés. Avant chaque dépôt de plan de vol une analyse fine des dernières prévisions météorologiques sur la zone de travail est effectuée (fichier *grib*, source NOAA). De même, les perturbations, les fronts et la couverture nuageuse sont suivies quotidiennement, à l'aide d'image radar.

L'équipe d'observateurs est constituée de 3 personnes. Les observations sont relevées simultanément par deux observateurs positionnés chacun face à un hublot bulle de chaque côté de l'appareil. Les observations sont transmises oralement et saisies en vol par le navigateur. Les postes de navigateur et d'observateurs sont occupés à tour de rôle afin que les capacités d'observation restent optimales. Les observations relevées lors du protocole standardisé sont considérées comme « en effort ». Des interruptions de transect peuvent être réalisées au cours du vol pour revenir sur une observation afin de confirmer l'espèce et la taille du groupe. Le pilote effectue une

boucle (*circle back*) afin que les observateurs réobservent les animaux et, si possible, prennent des photographies. L'effort est repris lorsque l'avion est à nouveau sur la dernière position avant l'interruption du transect. Les observations collectées au cours de ce *circle back* sont considérées comme collectées « hors effort ».

Lors de chaque session, par l'intermédiaire du Parc naturel marin, les réserves naturelles présentes de la zone ont été tenues informées du passage de l'avion en amont des vols prévus. Il s'agit de la Réserve naturelle nationale de la Baie de Somme, traversée par un transect et pour laquelle des autorisations ont été obtenues ; et de la Réserve naturelle nationale de la Baie de Canche non traversée mais avec passage à proximité.

### **Collecte et enregistrement des données visuelles**

Lors de l'effort d'observation, les deux observateurs transmettent oralement, et en utilisant un référentiel de code, leurs observations au navigateur qui saisit les données et suit également l'itinéraire de vol à l'aide du logiciel SAMMOA<sup>1</sup> 2.1.3 et 2.1.4 (Figure 5). Les conditions environnementales sont également saisies dans le logiciel. Celles-ci sont déterminées de manière globale : état de la mer, turbidité, couverture nuageuse, réflexion des nuages, éblouissement. De plus, un indice subjectif des conditions d'observation est déterminé par chaque observateur qui estime sa capacité de détection d'un petit cétacé en surface. Par ailleurs, le logiciel conserve un enregistrement audio des communications lors des transects. Cet enregistrement contribue à la vérification et à la validation des données de retour à terre.

Les plans d'échantillonnage prévisionnel ont été préalablement mis au format de SAMMOA avec un PlugIn QGIS libre, PelaSIG (Nivière et al., 2024).



**Figure 5.** Observateur en effort d'observation dans le hublot bulle à gauche et navigateur à la saisie au milieu et à droite.

---

<sup>1</sup> SAMMOA, Système d'Acquisition des données sur la MégaFaune Marine par Observations Aériennes/Observatoire Pelagis (UMS 3462, Université de La Rochelle / CNRS) & Code Lutin. <https://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr/les-outils/sammoa/>, 2022

## **Formation d'observateurs du GON**

Cette campagne est réalisée avec la participation du Groupe Ornithologique et Naturaliste agrément régional Hauts-de-France (GON). Ainsi, 3 salariés du GON ont été formés à l'observation pour participer aux survols. Ils ont d'abord suivi une formation théorique à La Rochelle, dispensée par l'Observatoire Pelagis, intitulée 'Formation inter-entreprise Observation aérienne de la Mégafaune Marine'<sup>2</sup>. Ils ont ensuite été formés pendant les sessions, grâce à un dispositif de double observation mis en place lors de leurs premiers vols. Cette formation pratique a nécessité la mobilisation d'une troisième personne de l'Observatoire Pelagis lors de ces vols de formation.

## **Equipement aéronautique**

Les aéronefs utilisés sont des bimoteurs, pour des raisons de sécurité et du fait de l'éloignement à la côte. Ils possèdent une autonomie d'environ 6 heures, incluant une marge de sécurité. Pour des raisons de protocole, les aéronefs utilisés sont capables de voler à faible vitesse, sont équipés de deux hublots-bulles de part et d'autre de l'avion et peuvent embarquer au moins 3 personnes en plus du pilote. Aucun élément de structure de l'avion n'entrave le champ d'observation afin de répondre au standard d'acquisition des données, d'une campagne à l'autre. Au cours des sept sessions de la campagne MAMO, deux Britten Norman 2 de la compagnie Pixair Survey ont été utilisés (Figure 6).



**Figure 6.** Modèle d'avion de la compagnie Pixair Survey utilisé au cours de la campagne MAMO : Britten Norman 2.

## **Acquisition de données digitales**

STORMM (Système de Télédétection Optique aéroporté pour l'aide au Recensement de la Mégafaune Marine) est un outil numérique d'appui à l'observation visuelle développé par HyTech Imaging et l'observatoire Pelagis. La complémentarité des deux méthodes (visuelle/digitale) est utilisée pour optimiser la qualité des données collectées sur la biodiversité marine (Figure 7). L'application initiale de ce système repose sur la synchronisation de prises de vue haute définition avec les observations visuelles pour corriger les biais comme l'identification de certaines espèces, l'estimation de la taille des groupes ou la distinction de différentes espèces au sein des groupes multi

---

<sup>2</sup>[https://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr/wp-content/uploads/2022/12/2022\\_07\\_Formation\\_Observation-Aerienne-megafaune.pdf](https://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr/wp-content/uploads/2022/12/2022_07_Formation_Observation-Aerienne-megafaune.pdf)

spécifiques. L'outil STORMM permet aussi de fournir une sauvegarde numérique des observations, et de constituer un stock d'images pour le développement de fonctions de détection automatisées.

Le système STORMM nécessite pour son installation une trappe sous l'avion et peut fonctionner de manière quasi autonome, sans opérateur dédié à bord. Il est commandé depuis l'ordinateur du navigateur. Avec 4 capteurs de 50Mpix chacun, il atteint une résolution de 1 cm (nadir de l'avion) et couvre la fauchée centrale d'observation visuelle, soit 200m de chaque côté à une altitude de 600 pieds. Le dispositif possède également un système de stabilisation et d'inclinaison automatique de la plateforme optique qui permet de réduire les effets dus aux vibrations et à l'éblouissement.

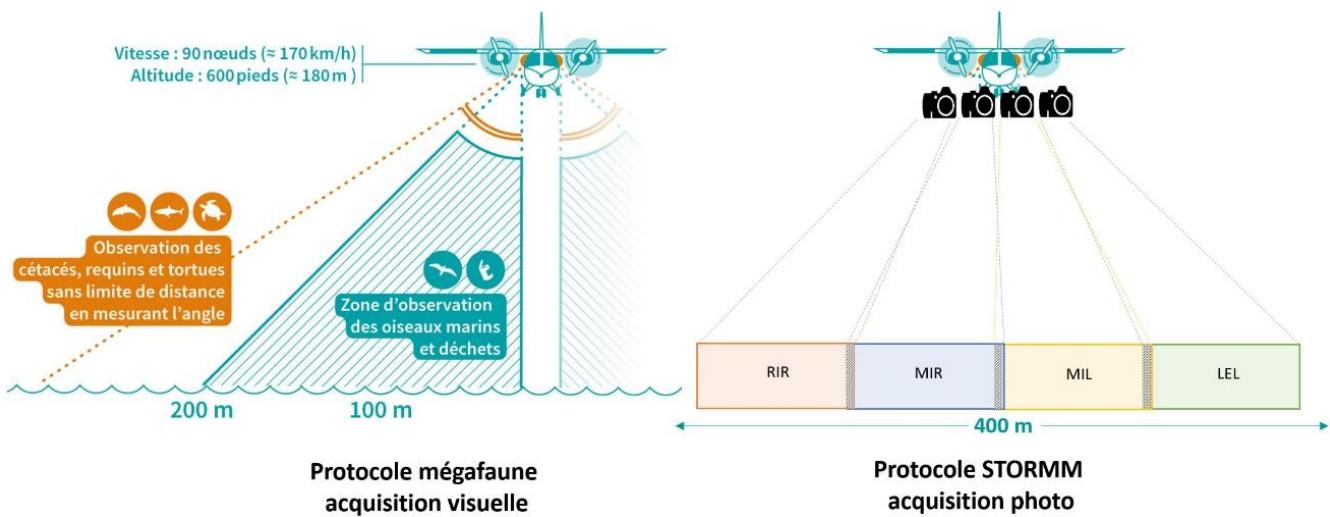


Figure 7. Couplage des acquisitions visuelle et digitale au cours d'un même vol.

#### D. METHODE DE TRAITEMENT DES DONNEES

Pour chacune des étapes de représentation ou d'analyse présentées dans ce rapport, les données ont été soumises à des filtres, qui sont détaillés dans le Tableau 2.

##### **Contrôle, préparation et bancarisation des données**

Les données visuelles collectées à l'aide du logiciel SAMMOA sont dans un premier temps validées et contrôlées manuellement, puis un contrôle qualité est réalisé avant que les données ne soient importées dans la base de données campagnes en mer de l'Observatoire Pelagis (PostgreSQL). Ces étapes sont réalisées à l'aide du Plugin QGIS PelaSIG et sont résumées sur la Figure 8.

La banque d'images issue de l'acquisition numérique est quant à elle archivée et conservée de manière sécurisée sur le long terme, notamment sur un serveur du CNRS, au sein de l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules.

## Traitement des données digitales

Pour l'analyse des données digitales, la sélection des photographies est synchronisée avec les observations visuelles saisies en vol à l'aide du logiciel d'acquisition des données SAMMOA. Cette synchronisation et l'analyse des photographies sont réalisées avec le Plugin QGIS de l'outil STORMM *Ground Segment* (GS) développé par HyTech Imaging (STORMM GS 1.8.5 / 1.9.0 / 1.9.1 / 1.11.0 / 1.11.1). Bien que reposant toujours sur une analyse visuelle opérée par un analyste, l'outil STORMM GS réduit considérablement le temps de traitement de gros volumes d'images.

Le projet a contribué au financement de l'amélioration de l'outil, notamment par l'ajout de fonctionnalités spécifiques visant à optimiser l'efficacité de l'analyse. Des modules complémentaires ont été développés pour simplifier l'acquisition et le traitement des données, tels qu'un système de navigation avancée facilitant la visualisation des images et leur mise en relation avec les observations visuelles, ainsi qu'un module dédié à la saisie des informations lors de l'analyses des observations sur photo.

Malgré le volume important d'observations et le report sur les dernières sessions de l'acquisition digitale (indisponibilité d'un avion trappé en début de programme), toutes les données relatives aux mammifères marins ont été analysées. Les observations non identifiées, mais pour lesquelles l'observateur suspectait la présence de mammifères marins, ainsi que celles portant sur des individus morts, ont également été vérifiées. Concernant les oiseaux, le traitement des données a été orienté vers les taxons jugés prioritaires, ainsi que vers ceux pour lesquels les campagnes antérieures (notamment SPEE et SCANS) ont démontré que l'analyse digitale apportait une plus-value significative, que ce soit en matière de précision d'identification ou de correction taxonomique. Les groupes ciblés en priorité comprenaient, parmi les observations détectées visuellement : les mouettes, les sternes, les goélands cendrés, les labbes, les fulmars, les petits puffins, les cormorans, les macreuses, les plongeons et les oiseaux marins indéterminés. Ces taxons ont fait l'objet d'un traitement systématique, dans l'objectif de parvenir à une analyse exhaustive de leurs observations. Cependant, pour les dernières sessions réalisées (sessions 6 et 7), ces priorités ont dû être ajustées à la baisse, faute de temps pour traiter l'intégralité des données initialement prévues, notamment en ce qui concerne les mouettes tridactyles et les plongeons. Un résumé des priorités de traitement par session est présenté dans le Tableau 1. Par ailleurs, d'autres espèces ou taxons d'oiseaux marins ont été traités au fil de l'analyse, mais sans être couverts de manière exhaustive.

**Tableau 1.** Traitement digital réalisé par session de la campagne MAMO

Session	Version STORMM GS utilisée	Taxons prioritaires pour un traitement exhaustif
4	1.8.5	Mammifères marins, mouettes, sternes, goélands cendrés, labbes, fulmars, petits puffins, cormorans, macreuses, <b>plongeons</b> , oiseaux marins indéterminés
5	1.9.0 et 1.9.1	Mammifères marins, mouettes ( <b>mouettes tridactyles exclues</b> ), sternes, goélands cendrés, labbes, fulmars, petits puffins, cormorans, macreuses, <b>plongeons</b> , oiseaux marins indéterminés
6	1.9.1	Mammifères marins, mouettes ( <b>mouettes tridactyles exclues</b> ), sternes, goélands cendrés, labbes, fulmars, petits puffins, cormorans, macreuses, <b>plongeons</b> , oiseaux marins indéterminés
7	1.11.0 et 1.11.1	Mammifères marins, mouettes ( <b>mouettes tridactyles exclues</b> ), sternes, goélands cendrés, labbes, fulmars, petits puffins, cormorans, macreuses, oiseaux marins indéterminés.

L'analyse des images considérées comme « exploitables », c'est-à-dire avec des critères d'identification visibles, permet de classifier l'observation visuelle initiale en 4 statuts d'identification :

- (1) **confirmée** : le taxon est confirmé quel que soit son niveau (groupe, genre, espèce) ;
- (2) **spécifiée** : le taxon est précisé, le plus souvent à l'espèce ;
- (3) **corrigée** : le taxon à l'observation est faux et a pu être corrigé et attribué à un autre taxon quel que soit le niveau (groupe, genre, espèce) ;
- (4) **dégradée** : le niveau taxonomique est dégradé lorsqu'un critère visible sur la photo permet de contredire formellement l'identification de l'observation visuelle.

Dans certains cas, les observations visuelles portant sur des groupes ont pu être dissociées en plusieurs observations de taxons différents, permettant ainsi une identification plus détaillée des espèces. L'analyse digitale permet également de préciser certains paramètres d'observation tels que des effectifs, dans le cas notamment de grands groupes, ou encore des âges de certains oiseaux.

À la suite de ces analyses, les données issues des observations visuelles ont été croisées avec les résultats de l'analyse digitale à l'aide d'un script R. Cette étape vise à attribuer à chaque observation une espèce, un effectif de groupe et un âge prenant en compte l'analyse digitale, lorsque celle-ci a été réalisée et que les photos permettaient une visualisation complète du groupe. Le fichier utilisé pour produire les analyses et les figures de ce rapport intègre ces apports issus de l'analyse digitale.

### ***Estimation des taux d'observation***

Le plugin QGIS PelaSIG a également permis la préparation des fichiers pour les analyses descriptives comme les taux de rencontre, réalisés sur une grille de 10x10km (projection Lambert 93), et la préparation des données destinées au package Pelaverse pour les analyses CDS (*Conventional Distance Sampling*) et MCDS (*Multiple Covariate Distance Sampling*). Ces traitements sont résumés sur la Figure 8.

En utilisant PelaSIG, l'effort de prospection a été linéarisé puis les observations ont été associées à chaque leg (portion de transect aux conditions d'observation homogènes) afin de permettre la première étape des analyses d'estimation de densité conventionnelle.

### ***Estimation des densités***

L'estimation des densités suit la méthode du *Distance sampling* développée par (Buckland et al., 2001). Les données collectées permettent d'estimer des densités relatives (nombre d'individu par unité de surface) et d'abondance relative (nombre d'individus sur une surface donnée) à l'aide du package R Pelaverse (Genu and Authier, 2023) (Thomas et al., 2010) par espèce ou regroupement d'espèces pour lesquels le nombre de détections est suffisamment important. Cette méthode permet de tenir compte de la diminution de la probabilité de détection en fonction de la distance perpendiculaire entre l'observation et le transect pour les espèces ou groupes d'espèces de cétacés les plus représentées (marsouin commun et phoques indéterminés dans cette étude). Pour cela une fonction semi-normal ou hasard est sélectionnée en fonction du critère AIC minimum.

Les observations d'oiseaux marins, bouées, déchets et bateaux sont collectées par la méthode du transect en bande (ou *strip-transect*). C'est un modèle uniforme qui est utilisé, puisque cette méthode fait l'hypothèse que tous les animaux présents en surface dans la largeur d'observation pré-déterminée (0-200 m) sont détectés avec la même probabilité, qu'ils soient proches ou éloignés (à moins de 200 m) du transect. Il en est de même pour les bateaux, estimés eux sur une bande de 500 m de part et d'autre du transect.

Les effectifs moyens de groupe pour chaque espèce (ou groupement) ont été estimés par session. Ces estimations ont été réalisées sur l'ensemble des observations collectées en effort dans des conditions d'observation satisfaisantes (Beaufort  $\leq 3$  et conditions subjectives  $\geq$  moyenne) et, pour les oiseaux, bouées et déchets collectés dans la bande des 200 m, et 500m pour les bateaux. Les paramètres utilisés au cours des analyses sont récapitulés dans le tableau 1.

La fonction de détection  $f(d)$  permet de déduire la demi-largeur effective de détection  $\mu$  (également nommée *ESW* pour *Effective Strip half-Width*), déterminée de manière à ce que le nombre d'objets détectés au-delà de cette distance soit égal au nombre d'objets non détectés avant cette limite. Une fois la  $\mu$  estimée ( $\hat{\mu}$ ), la densité en nombre d'individus par unité de surface est estimée ainsi :

$$\hat{D} = \frac{n}{L} \times \frac{1}{2 \cdot \hat{\mu} \cdot g(0)} \times E[s]$$

avec  $n$  : le nombre total de détections (réalisées à une distance perpendiculaire  $< w$ ,  $w$  étant la distance de troncation) ;  $E[s]$  : l'effectif moyen des groupes détectés ( $E[.]$  étant l'espérance mathématique, *i.e.* la moyenne arithmétique) ;  $L$ : l'effort linéaire kilométrique total et  $g(0)$ , la probabilité de détecter un animal qui se trouve sur le transect (considérée comme égale à 1 dans ces estimations de densité relative).

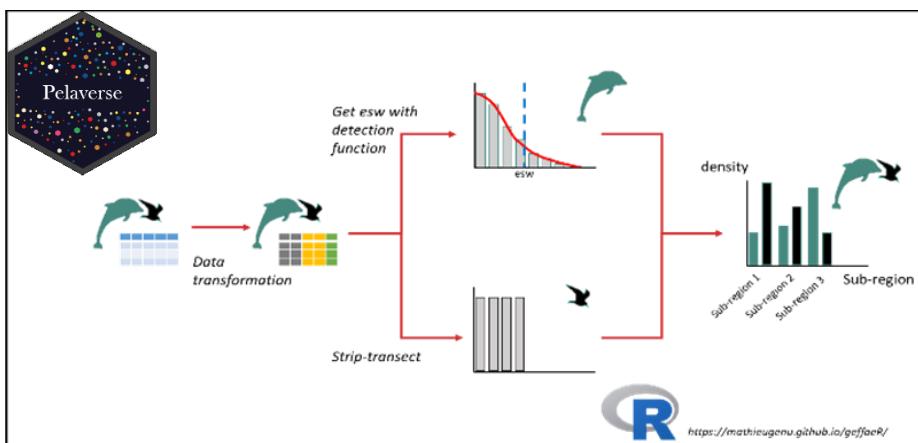
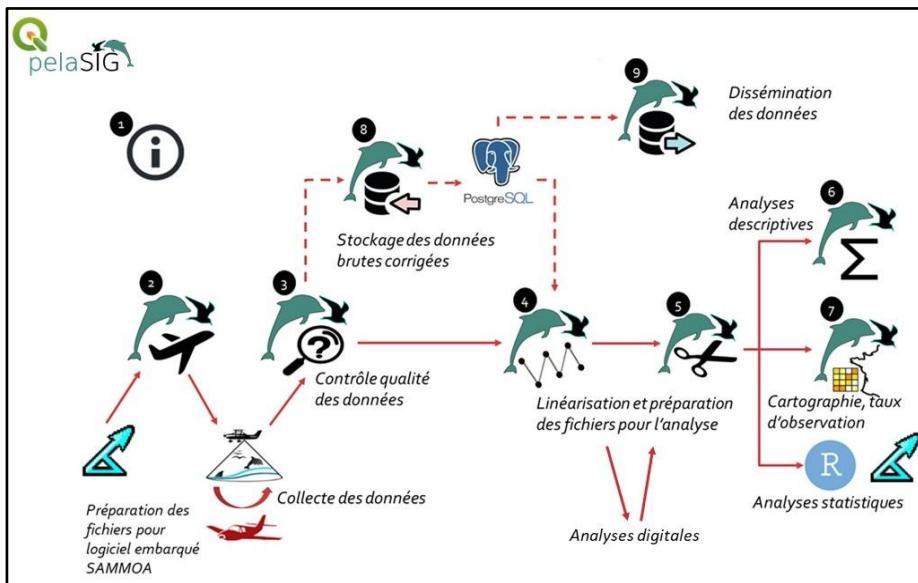
L'intervalle de confiance à 95 % de la densité d'individus représente l'incertitude autour de l'abondance (=densité estimée  $\hat{D}$  x surface de la zone).

L'ensemble des équations ci-dessus et les routines d'estimations des paramètres nécessaires à une analyse de *Distance sampling* conventionnelle sont implémentées dans la bibliothèque de fonctions *Distance* (Miller et al., 2019) associée au logiciel d'analyses statistiques R version 4.3.2 (R Core Team 2023). Les fonctions de mise en forme des données et d'estimation des indices d'abondances relatives ont été rassemblées au sein des packages *pelaCDS* et *pelaDSM* développés par l'Observatoire Pelagis<sup>3</sup> (Genu and Authier, 2023).

Les conditions environnementales sont susceptibles d'affecter la détectabilité des animaux. Leur effet a pu être testé par l'utilisation de la méthode MCDS (Multiple Covariate Distance Sampling, Marques and Buckland, 2004) pour les marsouins pour lesquels un nombre suffisant d'observations était disponible. L'effet de l'état de la mer en Beaufort, de l'intensité de l'éblouissement (et sa présence sous l'avion), de la turbidité de l'eau, de la couverture nuageuse et de l'évaluation subjective des conditions de détection ont été testés. En complément la saison, la session, et l'observateur ont également été testés.

---

<sup>3</sup> <https://gitlab.univ-lr.fr/pelaverse/pelaCDS>  
<https://gitlab.univ-lr.fr/pelaverse/pelaDSM>



**Figure 8.** Schéma de préparation et traitement des données à l'aide du Plugin QGIS PelaSIG et du package R Pelaverse.

**Tableau 2.** Récapitulatifs des filtres appliqués pour chaque étape des analyses ou représentation.

Etape	Conditions appliquées
<b>Traitement de données digitales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Analyse des images correspondant aux observations de mammifères et d'oiseaux, lors des sessions avec le système STORMM (sessions 4 à 7)</li> <li>✓ Observations de mammifères marins entièrement traitées, observations d'oiseaux partiellement traitées</li> <li>✓ Report des corrections identification et effectif (lorsque l'image permettait de visualiser l'ensemble du groupe) avant représentation, taux d'observation et CDS. Excepté pour les océanites où l'analyse digitale était partielle et les effectifs des observations visuelle ont été conservés pour les analyses CDS</li> </ul>
<b>Tableau des observations</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Observations collectées sur les transects d'effort, c'est-à-dire hors transit et manœuvre de <i>circle back</i><sup>§</sup></li> <li>✓ Exclusion des observations centrales*</li> <li>✓ Uniquement les observations dans la bande pour les oiseaux, les déchets (200m) et les bateaux (500m)</li> </ul>
<b>Taux d'observations spatialisés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Grille utilisée de 10x10km (Lambert 93)</li> <li>✓ Cellules contenant un effort inférieur à 10 km hachurées</li> <li>✓ Observations collectées sur les transects d'effort, à l'exclusion des observations centrales*</li> </ul>
<b>Fonction de détection</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Observations collectées sur les transects d'effort, à l'exclusion des observations centrales*</li> <li>✓ Modèle semi-normal ou hasard en fonction de l'AIC, appliqué pour la fonction de détection</li> <li>✓ Distance de troncation : correspond au quantile à 95% de la distribution des distances perpendiculaires pour les phoques (arrondit à l'intervalle de 50m au-dessus), et tronqué à 300m pour les marsouins</li> <li>✓ Sélection des observations en effort dans des conditions satisfaisantes (Etat de la mer <math>\leq 3</math> Beaufort et condition subjective= <i>Moyenne, Bonne ou Excellente</i>)</li> </ul>
<b>Estimation d'abondance (CDS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sélection des transects d'effort dans des conditions satisfaisantes (idem)</li> <li>✓ Abondances relatives estimées et non corrigées par le biais de disponibilité qui est considéré comme constant sur les sessions</li> </ul>
<b>Estimation d'abondance (MCDS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Covariables testées: <i>SeaState, glareSever, glareUnder, turbidity, cloud, subjectiveCondition, season, session, observer</i></li> </ul>

<sup>§</sup> *circle-back* : boucle de demi-tour réalisée après interruption de l'effort, pour repasser au-dessus d'une observation.

\* observation centrale : c'est-à-dire non détectée par les observateurs latéraux mais par le pilote ou le navigateur, et qui ne sont pas considérées dans les analyses d'estimation d'abondance mais peuvent apporter ici des informations complémentaires sur la distribution.

### 3. RESULTATS

#### A. DÉROULEMENT DES SESSIONS

Le nombre de jours de vol par session est de 2 à 3 jours, avec un nombre de vols variant de 2 à 5. Moins de vols ont été effectués lors de la session 7, mais le plan d'échantillonnage n'a pas été entièrement couvert lors de cette session. Les conditions d'observation globales ont été jugées bonnes, l'état de la mer ayant une moyenne globale inférieure à 2 sur l'échelle de Beaufort (Tableau 3).

Toutes les sessions réalisées ont été effectuées sur une période courte, avec un maximum de 2 jours d'attente entre deux vols. La première session automnale, en revanche, n'a pas pu avoir lieu. En effet, aucun créneau stable n'a pu être exploité durant la période ciblée, malgré une prolongation de 2,5 semaines de la période initiale (soit 21 jours d'astreintes supplémentaires).

**Tableau 3.** Bilan global de réalisation des sessions de la campagne MAMO.

Saison	Année	Session	Delta jour début-fin session	Nombre de jours avec vol	Nombre de vols	Condition Beaufort moyen
Printemps	2023	1	3	3	4	1
	2024	4	3	3	4	1
Eté	2023	2	4	3	5	1
	2024	5	3	3	5	1
Automne	2023	Non réalisée	-	-	-	-
	2024	6	5	3	4	1
Hiver	2024	3	4	2	3	2
	2025	7	2	2	2	1
<b>Moyenne</b>			<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1,1</b>
<b>Total</b>				<b>19</b>	<b>27</b>	

#### **Contraintes de réalisation**

##### **Autorisation de vol**

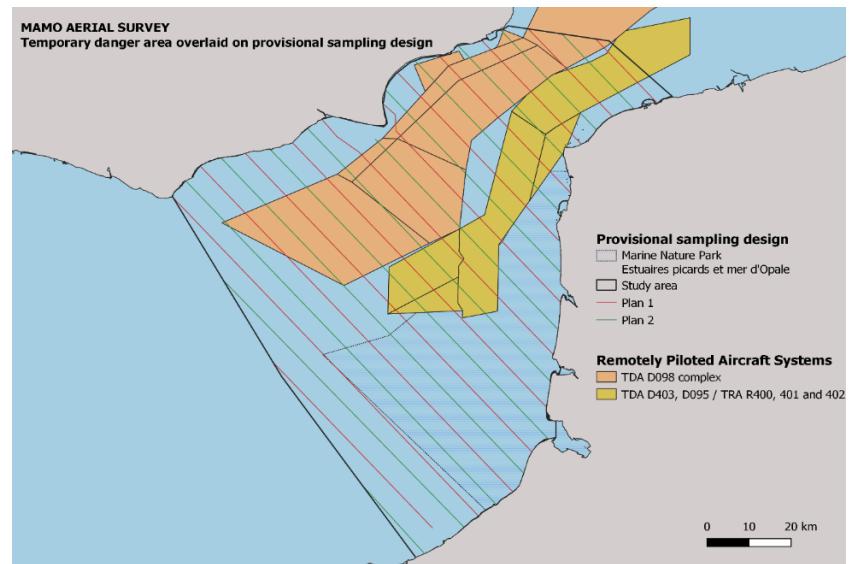
La principale difficulté rencontrée lors des sessions a concerné l'obtention des autorisations de vol. Initialement programmée de l'automne 2022 à l'été 2024, la campagne a finalement été reportée du printemps 2023 à l'hiver 2025, en raison des restrictions de vol imposées par les opérations de surveillance par drones destinées au contrôle de l'immigration, lesquelles recouvrent une large partie de la zone d'étude (Figure 9). Une procédure spécifique a été mise en place avec les opérateurs de drones, notamment coté anglais, afin de permettre la réalisation des vols d'observation dans la zone. Une bonne coordination entre les pilotes et les opérateurs de drones français et anglais a permis d'assurer la couverture des transects, malgré l'activation des zones de part et d'autre lors de chaque session. Si certaines zones ont été interdites ponctuellement, aucune interdiction n'a duré pendant l'intégralité d'une session.

Des décalages temporels ou des adaptations des plans de vols ont souvent été nécessaires pour mener à bien les sessions. Des déclenchements de session ont dû être reportés à plusieurs reprises pour refus d'accès aux zones de drones, mais une autorisation a été obtenue par la suite pour ces sessions (sessions 2, 3, 4 et 7). L'activation des zones de drones a également parfois contraint à réaliser une couverture en 2 vols, avec la nécessité de se poser pour une attente au sol entre les 2 vols, ou à séparer le plan d'échantillonnage entre la partie française et anglaise (sessions 2, 5, 6, 7) ou encore à décaler temporellement les vols (sessions 1, 5). Les aménagements liés aux autorisations de vols dans les zones de drones anglaises ou françaises ont entraîné une augmentation du temps de transit lors de certaines sessions, notamment lors des sessions 2 et 7. Lors de la session 4, une activité imprévue dans une zone de drone française a imposé une réduction du plan de vol en cours de mission. Cette coordination nécessite un important travail du pilote en amont et pendant le vol, ainsi qu'une forte réactivité de l'équipe face aux changements de dernière minute.

Par ailleurs, l'activation de zones militaires chevauchant la zone d'étude a entraîné des troncatures ou des déviations de transects (sessions 1, 2, 5). La proximité de l'aéroport de Lydd avec le transect 107 a contraint à plusieurs reprises à des attentes en vols, voir à des interruptions de prospection (session 3, 7).

### Equipement aéronautique

Au cours de la campagne, deux indisponibilités de l'avion ont été rencontrées parmi les huit périodes ciblées initialement (sessions 1 et 7), en raison du délai de mise en service d'un nouvel appareil et d'une opération de maintenance technique (Figure 2). Ces contraintes n'ont toutefois pas compromis la réalisation des sessions concernées. Lors de la session 7, une contrainte technique particulière a limité le nombre de vols pouvant être effectués par l'avion mis en place. Ce nombre étant insuffisant pour mener la session dans les conditions habituelles, les plans de vol ont été adaptés et allongés afin d'optimiser la couverture malgré ces restrictions. Sur cette session 7, l'ensemble du plan d'échantillonnage prévisionnel a été couvert à 80%. Il a toutefois été décidé de ne pas refaire revenir un autre avion, compte tenu du coût environnemental, des conditions météorologiques prévues et de la couverture complète déjà assurée sur les eaux du Parc et les eaux françaises (Figure 10).



**Figure 9.** Carte de la zone d'étude, des transects (plan standard) et des zones d'opérations approximatives des drones anglais (orange) et français (jaune).

## Conditions météorologiques

La météo a constitué une seconde contrainte majeure pour la réalisation de cette campagne. La difficulté a été d'avoir des prévisions météorologiques favorables sur une fenêtre assez longue pour réaliser l'ensemble du plan. En effet, plusieurs déclenchements prévus ont dû être reportés en raison d'une dégradation des prévisions météorologiques. La première session automnale n'a pas pu être menée à bien, faute de créneaux météorologiques favorables durant la période ciblée, malgré son extension. Par ailleurs, la session 6 a été réalisée in extremis à la toute fin de la période cible et s'est avérée finalement trop tardive biologiquement.

Les conditions météorologiques qui ont le plus impacté la réalisation des sessions, sont :

- le vent, dont les prévisions n'étaient pas toujours stables ;
- les nuages bas, qui ont à plusieurs reprises provoqué une modification en cours de vols des plans prévus (sessions 2, 4, 5, 6) voir un arrêt du vol (session 2) ;
- la brume sur l'aéroport, entraînant un report du décollage (sessions 2, 4, 6) ;
- une hauteur de couverture nuageuse insuffisante pour permettre un échelonnement vertical avec les drones comme l'exige la procédure avec eux (sessions 6, 7) ;
- la neige lors de la session 3, qui a provoqué la fermeture de la piste du Touquet pendant 48 heures ;
- la pluie, qui a entraîné des décalages voire des annulations de décollage (session 4).

## ***Effort d'observation***

Sur les 14 heures de vol (HDV) dédiées à chacune des sessions (hors mise en place de l'avion au Touquet), 14 HDV ont été consommées en moyenne par session. Le temps de vol non alloué à l'effort d'observation, c'est à dire en transit (temps de vol *off effort* : vol vers zone de travail, entre deux transects, survol des estrans à marée basse, *circle back*, etc.) est en moyenne de 34 % du temps de vol par session (Tableau 4).

**Tableau 4.** Bilan des heures de vol (HDV) pour chacune des sessions de la campagne MAMO.

Saison	Année	Session	HDV prévues	HDV réalisées	Temps vol en transit (%)
<b>Printemps</b>	2023	1	14	14,2	30 %
	2024	4	14	14,2	34 %
<b>Eté</b>	2023	2	14	14,7	36 %
	2024	5	14	15,6	40 %
<b>Automne</b>	2023	Non réalisée	14	-	-
	2024	6	14	13	32 %
<b>Hiver</b>	2024	3	14	13	33 %
	2025	7	14	10,6	32 %
<b>Moyenne</b>			<b>14</b>	<b>14</b>	<b>34 %</b>
<b>Total</b>			<b>112</b>	<b>95</b>	

L'effort d'échantillonnage prévu a été atteint, voire dépassé lorsque des transits ont été réalisé en protocole d'observation standardisé. Seule la session 7 présente un effort réalisé inférieur, atteignant à 83 % de la distance du plan d'échantillonnage initial. Un total de 62,7 heures de vol (HDV) a été consacré à l'effort d'observation sur

l'ensemble des sessions (Tableau 5). Les sessions 5 et 6 montrent une distance d'effort égale ou supérieure à celle prévue, malgré un temps de vol plus court. Cette situation résulte d'une vitesse moyenne de l'avion parfois supérieure à 90 noeuds.

En moyenne, les deux plans d'échantillonnage ont été couverts à hauteur de 97,5 % (Tableau 6). L'écart entre l'effort prévu et l'effort réellement effectué s'explique principalement par la session 7, qui n'a pas pu être totalement couverte, ainsi que par la nécessité d'éviter certaines zones dangereuses. Ces contraintes ont conduit à des modifications de parcours, réduisant certains transects ou au contraire allongeant les distances par contournement. Par ailleurs, une partie des transits vers les zones d'observation a été réalisée en effort d'observation, notamment lorsqu'ils traversaient la zone du Parc représentant plus de 400 km.

**Tableau 5.** Effort d'observation prévu et réalisé en kilomètres et heures de vol (HDV) pour chacune des sessions réalisées de la campagne MAMO.

Saison	Année	Session	Effort prévu (km)	Effort prévu (HDV)	Effort réalisé sur plan prévisionnel (km)	Effort réalisé avec effort additionnel (km)	Effort réalisé (HDV)
Printemps	2023	1	1 544	9,3	1 536 (99%)	1 658 (107%)	10
	2024	4	1 544	9,3	1 534 (99 %)	1 656 (107 %)	9,4
Eté	2023	2	1 544	9,3	1 546 (100%)	1 692 (110%)	9,4
	2024	5	1 544	9,3	1 577 (102 %)	1 631 (106%)	9,3
Automne	2024	6	1 544	9,3	1 544 (100%)	1 544 (100%)	8,8
Hiver	2024	3	1 544	9,3	1 562 (101%)	1 562 (101 %)	8,7
	2025	7	1 544	9,3	1 237 (80%)	1 276 (83 %)	7
Moyenne				9,3	1 553	1 574	
Total			12 352	74	10 536 (85%)	11 020 (89%)	62,7

**Tableau 6.** Effort d'observation prévu et réalisé en kilomètres et heures de vol (HDV) cumulé pour chacun des plans d'échantillonnage couverts au cours des sessions réalisées de la campagne MAMO.

Plan échantillonnage	Effort prévu (km)	Effort prévu (HDV)	Effort réalisé (km)	Effort réalisé (HDV)	Effort réalisé (% plan échantillonnage)
Plan 1	5 497	33	5 333	30,4	97 %
Plan 2	5 315	31,9	5 204	29,8	97,9 %
Transit en effort	-	-	483	2,7	-
<b>Total</b>	<b>10 812</b>	<b>64,9</b>	<b>11 020</b>	<b>62,9</b>	<b>97,5 %</b>

## ***Effort digital***

Le déploiement du système STORMM, initialement prévu sur les deux sessions d'automne et les deux sessions d'hiver de la campagne, a été retardé en raison de l'absence d'autorisation de vol du BN2 trappé de la compagnie Pixair Survey. L'intégration d'un nouvel appareil dans la flotte de Pixair Survey a finalement permis l'installation du système lors de la session de printemps 2024, puis utilisé lors des sessions suivantes.

Au total, le système a été déployé lors de 4 des 7 sessions de la campagne MAMO, entre le printemps 2024 et l'hiver 2025, couvrant ainsi un cycle saisonnier complet. Il a été embarqué sur 15 vols, au cours desquels environ 5 900 km d'effort digital couplé à l'effort visuel ont été réalisés (Tableau 7). Le nombre brut de photos acquises lors de l'ensemble des sessions est de plus de 560 000.

À chaque session, le système a été préparé en amont par HyTech Imaging, puis installé à bord par l'équipe de Pelagis. Lors des problèmes techniques, une assistance réactive à distance assurée par HyTech Imaging a permis une résolution efficace des incidents.

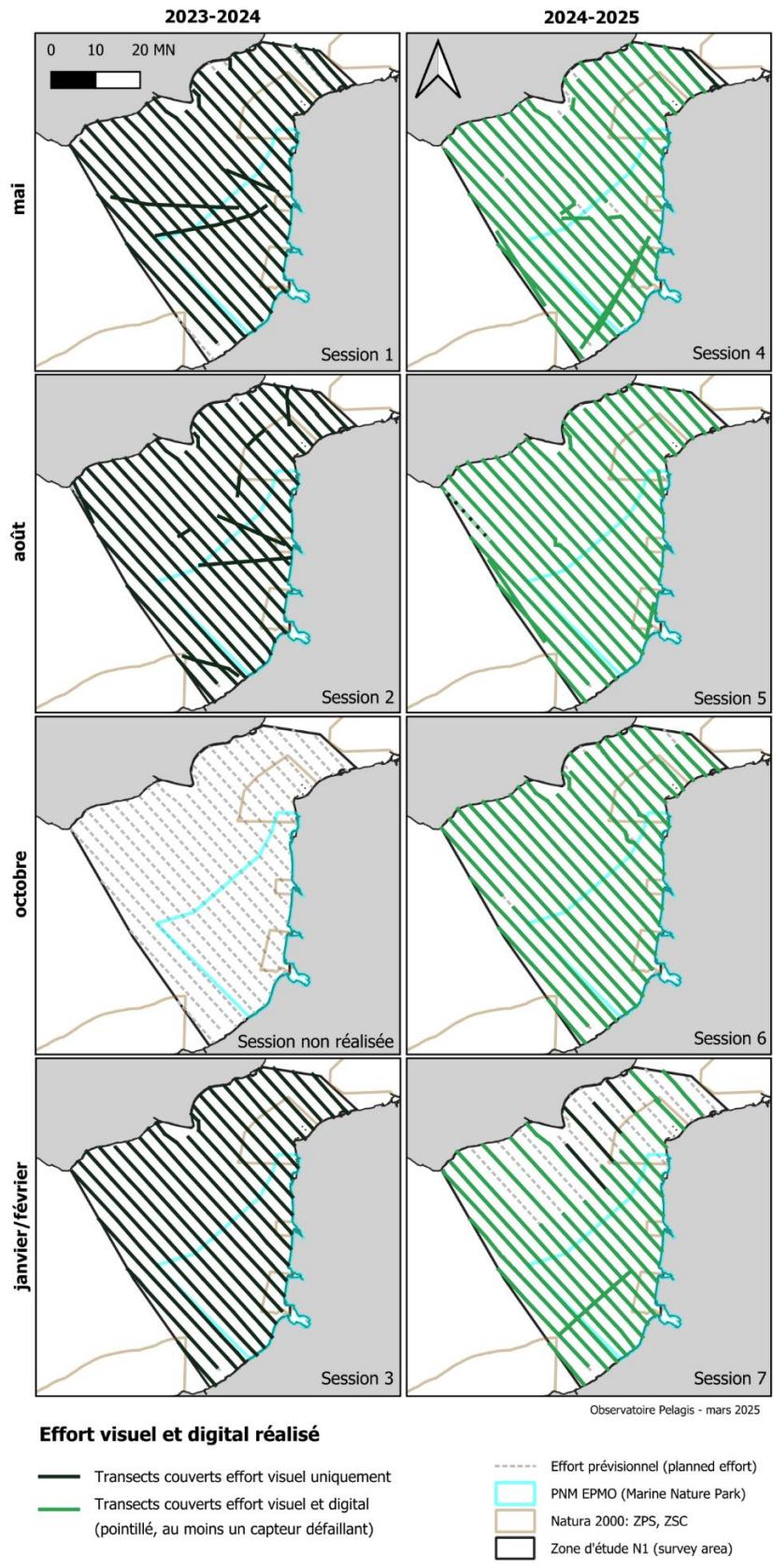
Quelques incidents techniques ont été rencontrés au cours de l'acquisition. Plusieurs coupures de courant ou débranchements accidentels du câble RJ45 alimentant le système ont provoqué l'arrêt inopiné du système STORMM, entraînant des dysfonctionnements en cascade sur l'ordinateur, tels que des plantages de SAMMOA ou un blocage du pavé tactile (sessions 4, 5 et 7). Bien que des redémarrages aient permis de reprendre l'acquisition, certaines conséquences ont impacté l'acquisition : perte de données sur un transect (session 4), absence de synchronisation horaire entre STORMM et SAMMOA qui a généré un décalage dans l'acquisition (session 5) ou un enregistrement des images issues uniquement du capteur MIL sur un transect (session 5). Lors de la session 5, une défaillance progressive du capteur LEL a entraîné la saturation de 600 images et la perte d'environ 3 700 photos. Le capteur a été remplacé pour les sessions suivantes. Au cours de la session 7, un arrêt brutal et inexpliqué du système a causé une interruption de l'effort digital pendant environ 20 minutes en fin de vol.

Malgré ces dysfonctionnements la couverture sur les sessions où le système a été déployé reste bonne (Figure 10).

**Tableau 7.** Bilan des sessions avec utilisation de STORMM en simultané de l'observation visuelle

Saison	Année	Session	Système utilisé (modèle)	Nb vols avec système embarqué	Effort digital réalisé (km approx.)	Nb brut photos acquises (approx.)
Printemps	2024	4	STORMM 01	4	1 630	153 700
Eté	2024	5	STORMM 01	5	1 600	152 200
Automne	2024	6	STORMM 02	4	1 540	150 300
Hiver	2025	7	STORMM 02	2	1 180	111 200
<b>Total</b>				<b>15</b>	<b>5 950</b>	<b>567 400</b>

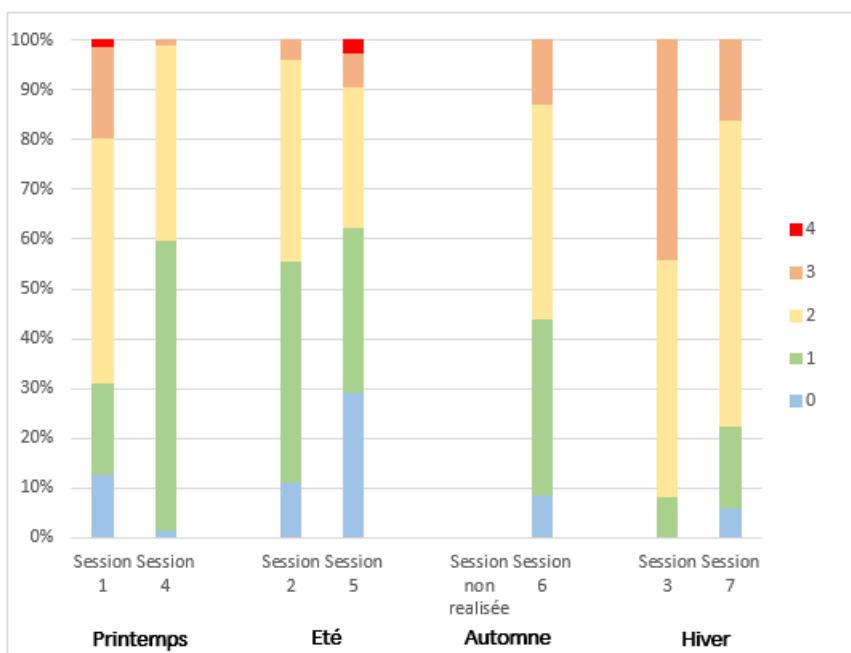
**Figure 10.** Effort visuel et digital réalisés au cours des sessions de la campagne MAMO.



## Conditions d'observations

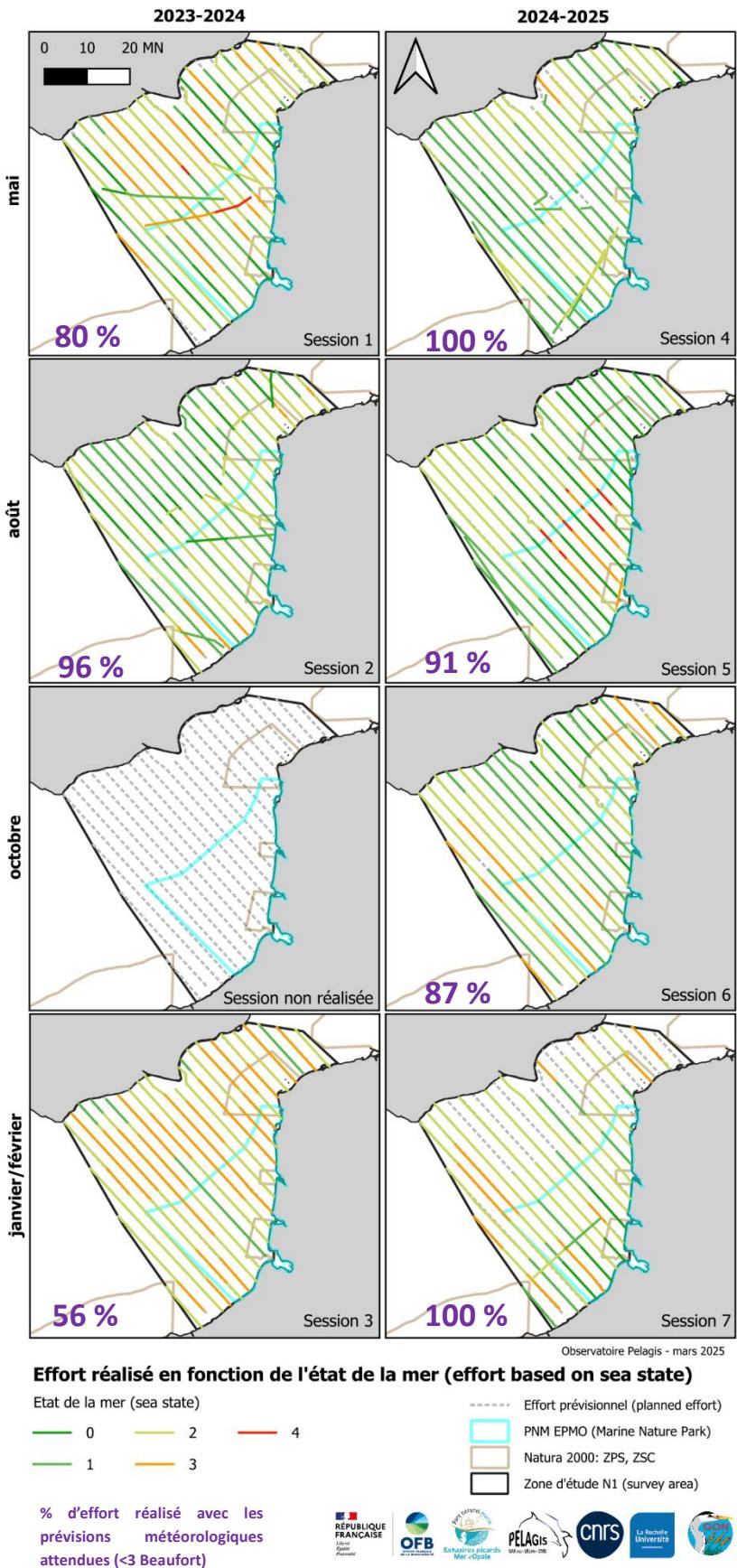
L'état de la mer, évalué selon l'échelle de Beaufort et principalement déterminé par la force du vent, est l'indicateur le plus pertinent pour décrire les conditions d'observation rencontrées. Il s'agit en effet du facteur ayant le plus d'influence sur la détection. Toutefois, d'autres éléments ont également affecté les conditions d'observation au cours de cette campagne : la turbidité de l'eau, sauf lors de la session 5 ; l'éblouissement ; la couverture nuageuse qui a notamment entraîné une atmosphère sombre lors des sessions 6 et 7 ; la réflexion spéculaire des nuages et le courant dans le détroit, dont l'effet a varié selon les marées.

Les conditions ont été les moins favorables lors de la session 3 (hiver 2024). Toutefois, des états de mer atteignant 4 sur l'échelle de Beaufort n'ont été enregistrés qu'au printemps 2023 et en été 2024 (Figure 11 et Figure 12). Malgré cela, 99,4 % du temps d'observation, toutes sessions confondues, s'est déroulé dans des conditions de mer inférieures à 4 Beaufort, et 87 % dans des conditions inférieures à 3 Beaufort (seuil retenu dans les prévisions pour le déclenchement des survols). Les conditions d'observation peuvent donc être considérées comme globalement bonnes.



**Figure 11.** Pourcentage du temps passé en observation en fonction de l'état de la mer (en Beaufort) par saison pour chacune des sessions de la campagne MAMO.

**Figure 12.** Echantillonnage réalisé en fonction de l'état de la mer (échelle de Beaufort) rencontré au cours des sessions de la campagne MAMO.



## B. BILAN DU TRAITEMENT DIGITAL

Seules les observations visuelles relevées dans la fauchée des capteurs (bande des 200 m) et durant les périodes de fonctionnement du système digital ont été retenues pour ce bilan. Au total, 2 002 observations ont ainsi pu être traitées. Le détail des résultats du traitement digital des observations de mammifères marins et oiseaux est disponible en Annexes 1 et 2. La Figure 13 illustre un échantillon d'images obtenues avec le système.



Figure 13. Exemples d'images capturées avec le système STORMM.

### Bilan du traitement digital

Lors du traitement, les trois quarts des observations visuelles traitées ont été « recapturées » sur photos, soit 90 % pour les mammifères marins et 86 % pour les oiseaux (Tableau 8). Les observations non capturées par le système se situent probablement en dehors de la fauchée digitale, sont décalées dans le temps ou concernent des animaux ayant plongé.

Tableau 8. Bilan du croisement des observations visuelles et digitales par groupe taxonomique.

Taxons	Observations visuelles au système digital*	Observations		Observations	
		recapturées		non recapturées	
		n	%	n	%
Mammifères marins	337	304	90%	33	10%
Mammifères marins morts	3	3	100%	0	0%
Observations sans identification avec suspicion de mammifères marins	6	3	50%	3	50%
Oiseaux marins	1 549	1 326	86%	223	14%
Oiseaux côtiers et terrestres	107	92	86%	15	14%
<b>TOTAL</b>	<b>2 002</b>	<b>1728</b>	<b>86%</b>	<b>274</b>	<b>14%</b>

\* Observations visuelles avec acquisition digitale : observations visuelles simultanées au système digital en fonctionnement et a priori dans la fauchée des capteurs (200 m de part et d'autre de l'avion, angle > à 35°).

Pour l'ensemble les observations recapturées, les photos ont permis de confirmer les relevés des observateurs dans 62 % des cas, de préciser l'espèce pour 16 %, et de corriger le taxon pour 15 % (Tableau 9). Environ 6 % des photos sont inexploitables pour juger de la recapture ou non de l'animal (flou, animal trop profond, image trop sombre). Pour les mammifères marins, le niveau taxonomique a été confirmé dans 73 % des cas, précisé à l'espèce dans 12 % des cas, et corrigé pour seulement 3 %. En ce qui concerne l'échantillon des oiseaux marins : 59 % des observations analysées ont été confirmées, 18 % précisées et 18 % corrigées.

**Tableau 9.** Statut de l'identification des observations recapturées par taxon après analyse des photos.

Taxons	Observations visuelles recapturées	Observations visuelles recapturées après dissociation*	Identification après analyse									
			Confirmée		Spécifiée		Corrigée		Dégradée		Inexploitable	
			n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Mammifères marins	304	304	224	73 %	35	12 %	8	3%	1	0%	36	12%
Mammifères marins morts	3	3	2	67 %			1	33 %				
Observations sans identification avec suspicion mammifères marins	3	3					2	67 %			1	33%
Oiseaux marins	1 326	1 348	790	59 %	249	18 %	240	18 %	7	1%	62	5%
Oiseaux côtiers et terrestres	92	93	69	74 %	1	1%	19	20 %			4	4%
<b>TOTAL</b>	<b>1728</b>	<b>1751</b>	<b>1 085</b>	<b>62 %</b>	<b>285</b>	<b>16 %</b>	<b>270</b>	<b>15 %</b>	<b>8</b>	<b>0,5 %</b>	<b>103</b>	<b>6%</b>

\* dissociation : une observation visuelle initiale est dissociée en plusieurs observations de taxons différents lors de l'analyse digitale

## Les mammifères marins

Pour les observations de mammifères marins, le taux d'identification à l'espèce passe de 71 % à l'œil nu à 82 % après l'analyse des photos (Tableau 10), soit une amélioration du taux d'identification de 11 %. Cette hausse concerne principalement les observations de phoques (+29%) dont une grande partie a pu être précisée en phoque gris (Figure 14). Ainsi, le nombre d'observations de phoques gris est passé de 22 à 47, tandis que 4 observations de phoque ont pu être spécifiées en veau-marin grâce à l'analyse photo, alors qu'aucune n'avait été identifiée à l'œil nu. Le nombre total d'individus observés est passé de 456 à 492, ce qui reflète aussi une réévaluation de certains effectifs de groupe, sous-estimés lors des observations à l'œil-nu.

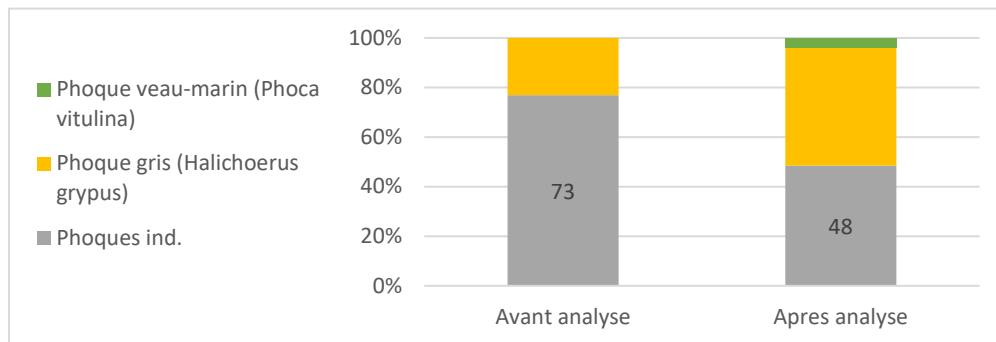


Figure 14. Composition des observations de phoques avant et après analyse digitale.

Tableau 10. Composition des observations et taux d'identification de mammifères marins : avant et après analyse digitale.

Taxons	Nb observations échantillonées (1)		Nb individus		Taux d'identification (2)	
	Avant analyse	Après analyse	Avant analyse	Après analyse	Avant analyse	Après analyse
Mammifère marin ind.	6	2	6	2		
Petit cétacé ind.	5	1	16	1		
Dauphin commun ( <i>Delphinus delphis</i> )	5	5	48	51		
Grand dauphin ( <i>Tursiops truncatus</i> )	1	1	10	12	97%	99%
Marsouin commun ( <i>Phocoena phocoena</i> )	173	176	250	262		
Phoque ind.	73	48	103	109		
Phoque gris ( <i>Halichoerus grypus</i> )	22	47	23	51	23%	52%
Phoque veau-marin ( <i>Phoca vitulina</i> )		4		4		
<b>Total observations et individus</b>	<b>285</b>	<b>284</b>	<b>456</b>	<b>492</b>		
<b>Total observations spécifiées</b>	<b>201</b>	<b>233</b>			<b>71%</b>	<b>82%</b>

1. Observations visuelles recapturées sur photo

2. Ratio entre nombre d'observations identifiées au niveau de l'espèce et nombre total d'observations

## **Les oiseaux**

Pour l'ensemble des observations d'oiseaux analysées, le taux d'identification à l'espèce est passé de 37 % à l'œil nu à 57 % après l'analyse digitale effectuée, soit une augmentation notable de 20% (Tableau 11).

Cette amélioration globale ne se répartit cependant pas de manière homogène entre les différents groupes. L'analyse digitale apporte des gains significatifs pour certains taxons plus difficiles à identifier à l'œil nu, notamment les mouettes (+26%), les sternes (+7%), les grands laridés (+23 %) et les cormorans (+20 %).

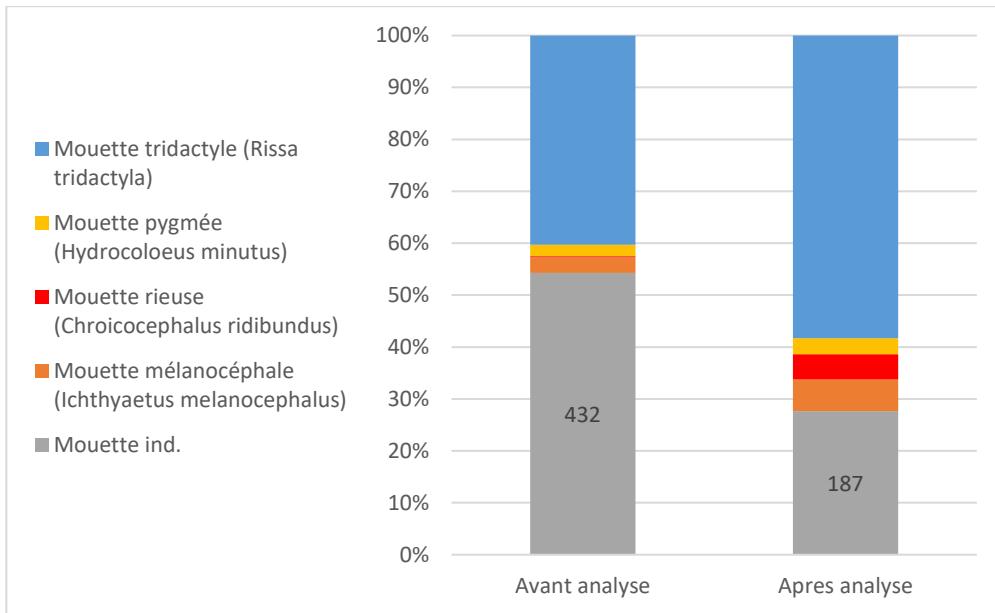
La distinction entre mouettes et sternes peut notamment s'avérer délicate sur le terrain. L'analyse des images a permis non seulement de corriger des erreurs entre ces deux groupes, mais aussi de préciser l'identification au niveau spécifique. Plusieurs confusions ont été corrigés, en particulier avec les mouettes rieuses (Annexe 2). Le nombre d'observations de mouettes indéterminées a ainsi été réduit de manière significative, passant de 432 à 187, soit une division par près de trois (Figure 15). Une soixantaine d'observations de mouettes posées ont été corrigées en os de seiche (Annexe 2), principalement lors de la session 6 (automne 2024). Ces erreurs sont probablement dues à des conditions d'observation particulièrement sombres.

Concernant les sternes, les observations non déterminées sont passées de 182 à 127 (Figure 16). La sterne caugek, très peu détectée à l'œil nu (3 observations), a été identifiée 19 fois grâce à l'analyse des images, avec également une augmentation du nombre d'individus recensés.

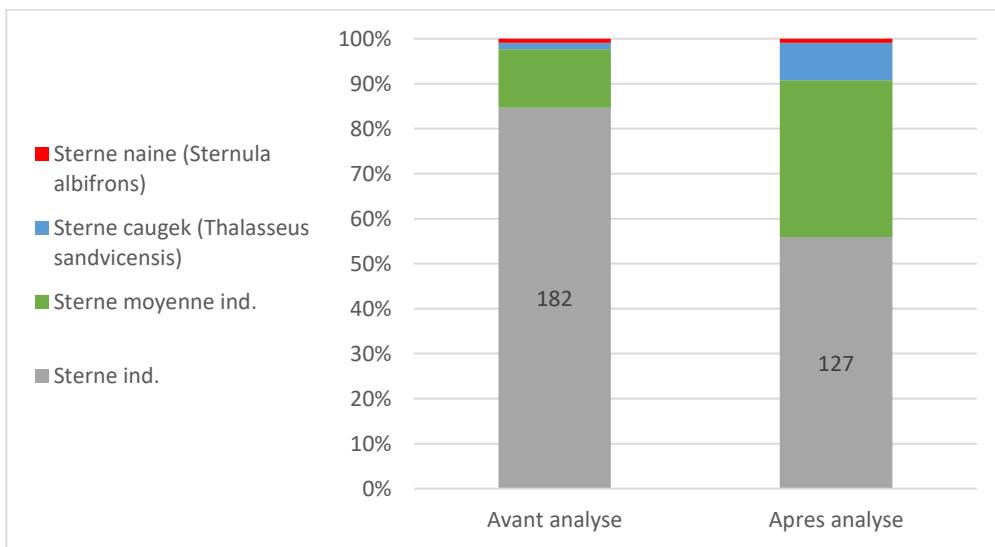
Pour les grands laridés, bien que l'ensemble du groupe n'ait pas été traité de manière exhaustive, le taux d'identification est passé de 14 % à 37 % dans l'échantillon traité. Cette amélioration concerne notamment les goélands « noirs », et en particulier une meilleure identification des goélands marins posés, dont les observations ont été multipliées par plus de sept (de 5 à 38). Le goéland brun présente également une hausse notable (de 13 à 21 observations). D'autres espèces peu ou non identifiées à l'œil nu, comme le goéland argenté ou le goéland cendré, apparaissent plus fréquemment après traitement. On note aussi une augmentation des observations de goélands « gris », en partie due à des erreurs visuelles initiales concernant des mouettes tridactyles.

Par ailleurs, 19 % des observations de plongeons réalisées à l'œil nu ont été corrigées. Cette proportion s'explique notamment par le fait qu'il s'agissait d'oiseaux posés, observés dans des conditions visuelles difficiles (lumière sombre), en particulier lors des sessions 6 et 7.

Enfin, le nombre total d'observations identifiées à l'espèce est passé de 527 à 784, et le nombre total d'individus identifiés a également fortement augmenté (de 695 à 1 157). Ces résultats confirment que l'analyse des images améliore à la fois la précision taxonomique et la taille des groupes des oiseaux.



**Figure 15.** Composition des observations de mouettes avant et après analyse digitale, toutes sessions avec acquisition digitales confondues.



**Figure 16.** Composition des observations de sternes avant et après analyse digitale, toutes sessions avec acquisition digitales confondues.

**Tableau 11.** Composition des observations et taux d'identification des oiseaux marins avant et après analyse digitale (en gris les taxons non ciblés prioritairement).

Taxons	Nb observations échantillonées*		Nb individus		Taux d'identification§	
	Avant analyse	Après analyse	Avant analyse	Après analyse	Avant analyse	Après analyse
Pingouin ou Guillemot	37	73	103	158		
Fou de Bassan ( <i>Morus bassanus</i> )	13	14	15	18		
Grand labbe ( <i>Stercorarius skua</i> )	12	10	12	10		
Petit labbe ind.	2	4	2	4		
Laridé ind.	6	2	85	2		
Grand Goéland ind.	55	45	101	124		
Goéland noir ind.	34	13	5	14		
Goéland brun ( <i>Larus fuscus</i> )	13	21	13	25		
Goéland marin ( <i>Larus marinus</i> )	5	38	5	63	14% 37%	37%
Goéland gris ind.	45	68	61	139		
Goéland argenté ( <i>Larus argentatus</i> )	0	4	0	6		
Goéland cendré ( <i>Larus canus</i> )	3	11	3	12		
Mouette ind.	432	187	1 048	821		
Mouette mélanocéphale ( <i>Ichthyaetus melanocephalus</i> )	25	41	27	52	46% 72%	72%
Mouette rieuse ( <i>Chroicocephalus ridibundus</i> )	1	33	1	100		
Mouette pygmée ( <i>Hydrocoloeus minutus</i> )	17	21	27	40		
Mouette tridactyle ( <i>Rissa tridactyla</i> )	321	394	439	547		
Sterne ind.	182	127	463	392		
Sterne moyenne ind.	28	79	53	300	2% 9%	9%
Sterne caugek ( <i>Thalasseus sandvicensis</i> )	3	19	3	24		
Sterne naine ( <i>Sternula albifrons</i> )	2	2	2	2		
Fulmar boréal ( <i>Fulmarus glacialis</i> )	26	31	29	40		
Petit Puffin ind.	3	2	7	3		
Océanite ind.	3	3	17	112		
Cormoran ind.	45	33	82	38	15% 35%	35%
Grand cormoran ( <i>Phalacrocorax carbo</i> )	8	18	9	34		
Oiseau marin ind.	5	0	5	0		
Macreuse ind.	1	0	1	0		
Macreuse noire ( <i>Melanitta nigra</i> )	2	3	28	25		
Bernache cravant ( <i>Branta bernicla</i> )	1	1	1	3		
Plongeon ind.	85	74	143	129		
Grand grèbe ind.	1	2	1	4		
Limicole ind.	2	1	4	1		
<b>Total</b>	<b>1 418</b>	<b>1 374</b>	<b>2 795</b>	<b>3 242</b>		
<b>Total observations spécifiées</b>	<b>527</b>	<b>784</b>	<b>695</b>	<b>1 157</b>	<b>37%</b>	<b>57%</b>

\* : Observations visuelles recapturées sur photo

§ : Ratio entre nombre d'observations identifiées au niveau de l'espèce et nombre total d'observations

## ***Observations complémentaires***

L'analyse des photos a également permis de révéler des observations non détectées à l'œil nu, ces observations sont dites « complémentaires ». Deux observations complémentaires ont été identifiées sur photo pour les mammifères marins, et 24 pour les oiseaux. Le détail de ces observations est présenté en Annexe 3. Ces chiffres sont donnés à titre indicatif, car l'analyse ne porte ici que sur les photos prises au cours ou à proximité d'observations visuelles relevées par les observateurs. Seule l'analyse de l'ensemble du jeu d'images permettrait d'apporter une information sur l'estimation du biais de détection visuelle.

## **C. OBSERVATIONS : DISTRIBUTION ET ABONDANCE RELATIVE**

---

Dans ce rapport, seules les données collectées pendant les périodes d'effort d'observation ont été analysées. Cependant, quelques observations supplémentaires (hors effort standardisé) ont été recueillies pendant les transits entre les transects, principalement concernant les mammifères marins, celles-ci sont représentés sur les cartes à titre indicatif. L'ensemble des données collectées en effort au cours des 7 sessions réalisées totalisent 613 observations (941 individus) de mammifères marins ; 12 814 observations d'oiseaux (38 709 individus) ; 412 observations d'autres espèces marines ; ainsi que 3 629 observations de déchets (dont 82 de déchets de pêche), 430 de bouées de pêche et 257 de navires pour les activités humaines.

**Les précisions et corrections apportées par l'analyse des images STORMM sur l'identification des espèces, notamment de mammifères marins et d'oiseaux ainsi que sur l'effectif des groupes ont été prises en compte dans les tableaux et les cartes de cette partie.** Les observations dites « complémentaires » n'ont par contre pas été prises en compte.

### ***Les mammifères marins***

Cinq espèces de mammifères marins ont été identifiées au cours des sept sessions. Le marsouin commun est de loin l'espèce la plus fréquemment observée, avec 362 observations, suivi par les phoques indéterminés (134 observations) et le phoque gris (89 observations) plus facilement identifiable. Le dauphin commun et le grand dauphin ont été rencontrés de manière occasionnelle (Tableau 12).

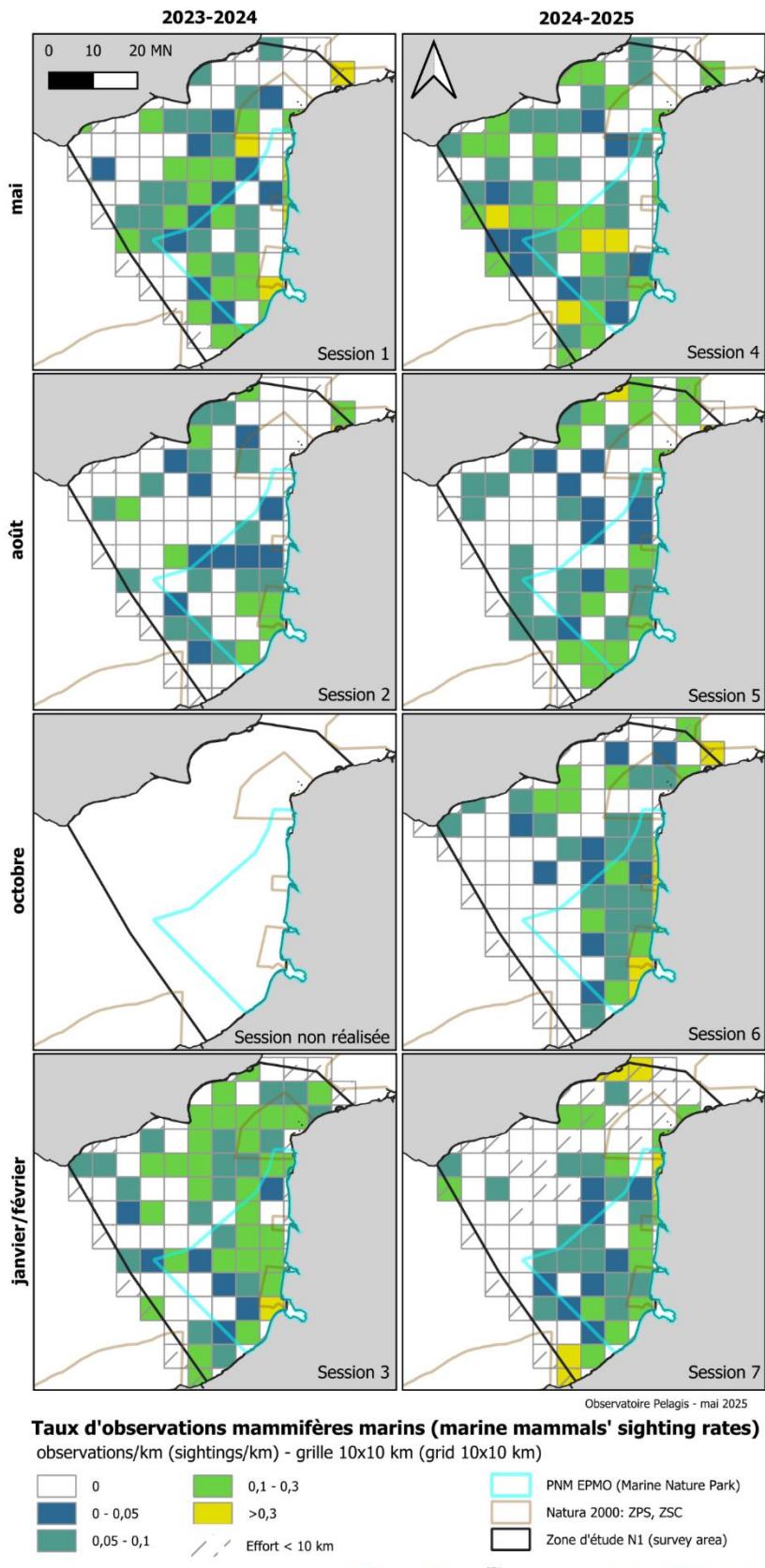
Les taux de rencontre de mammifères marins, toutes espèces confondues, sont plus élevés au printemps et en hiver (Figure 17). Ils sont davantage marqués à l'ouest au printemps et au nord en hiver.

La synthèse des résultats de distribution et l'évolution saisonnière de leur densité est présentée à la suite par espèces ou groupe d'espèces (Figure 18 à Figure 22). Les résultats complets des analyses CDS (*Conventional Distance Sampling*) et MCDS (*Multiple Covariate Distance Sampling*) sont en Annexe 5. Les fonctions de détections utilisées pour les estimations d'abondances relatives de marsouins et de phoques (Annexe 4), ont été estimées sur l'ensemble des sessions.

**Tableau 12.** Observations de mammifères marins (et nombre d'individus) relevées en effort d'observation au cours des sessions de la campagne MAMO.

Session	Printemps		Eté		Automne		Hiver		Total
	2023	2024	2023	2024	2024	2024	2025		
	1	4	2	5	6	3	7		
Mammifère marin ind.				1 (1)	1(1)				2 (2)
Petit cétacé ind.	4 (4)			2 (6)	1 (2)				7 (12)
Marsouin commun ( <i>Phocoena phocoena</i> )	63 (83)	97 (125)	29 (42)	49 (62)	35 (67)	59 (135)	30 (51)	362 (565)	
Delphinidé ind. ( <i>Delphinidae sp.</i> )	4 (7)					1 (1)			5 (8)
Dauphin commun ( <i>Delphinus delphis</i> )	1 (2)		1 (10)	1 (7)	4 (42)		1 (6)	8 (67)	
Grand dauphin ( <i>Tursiops truncatus</i> )				1 (1)	1 (12)			2 (13)	
Phoque ind. ( <i>Phocidae sp.</i> )	28 (34)	12 (12)	10 (10)	13 (34)	19 (20)	27 (41)	25 (26)	134 (177)	
Phoque gris ( <i>Halichoerus grypus</i> )	1 (1)	11 (11)	5 (5)	17 (18)	16 (17)	31 (31)	8 (10)	89 (93)	
Phoque veau-marin ( <i>Phoca vitulina</i> )				2 (2)			2 (2)	4 (4)	
<b>Total</b>	<b>101</b> <b>(131)</b>	<b>120</b> <b>(148)</b>	<b>45</b> <b>(67)</b>	<b>86</b> <b>(131)</b>	<b>77</b> <b>(161)</b>	<b>118</b> <b>(208)</b>	<b>66</b> <b>(95)</b>	<b>613 (941)</b>	
Mammifère marin mort		1 (1)		1 (1)				2 (2)	

**Figure 17.** Taux d'observations (observations/km) de mammifères marins (toutes espèces confondues) par les sessions de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.

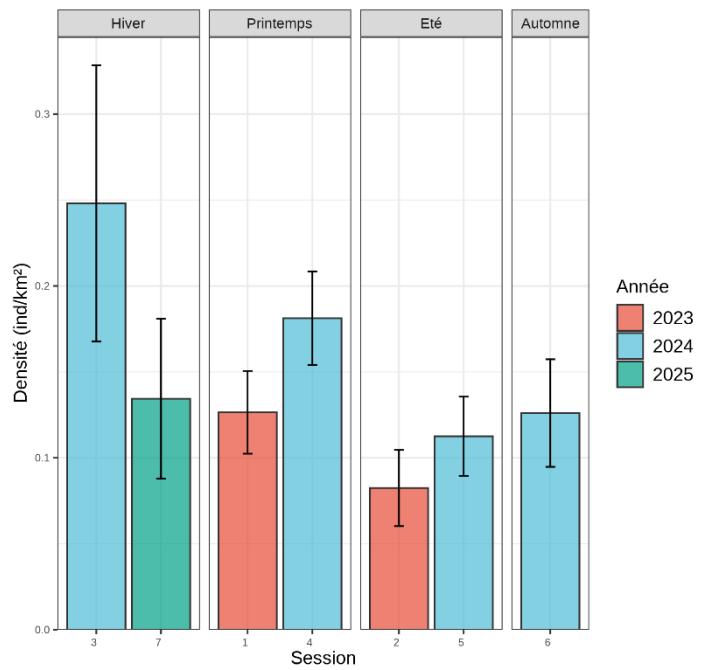




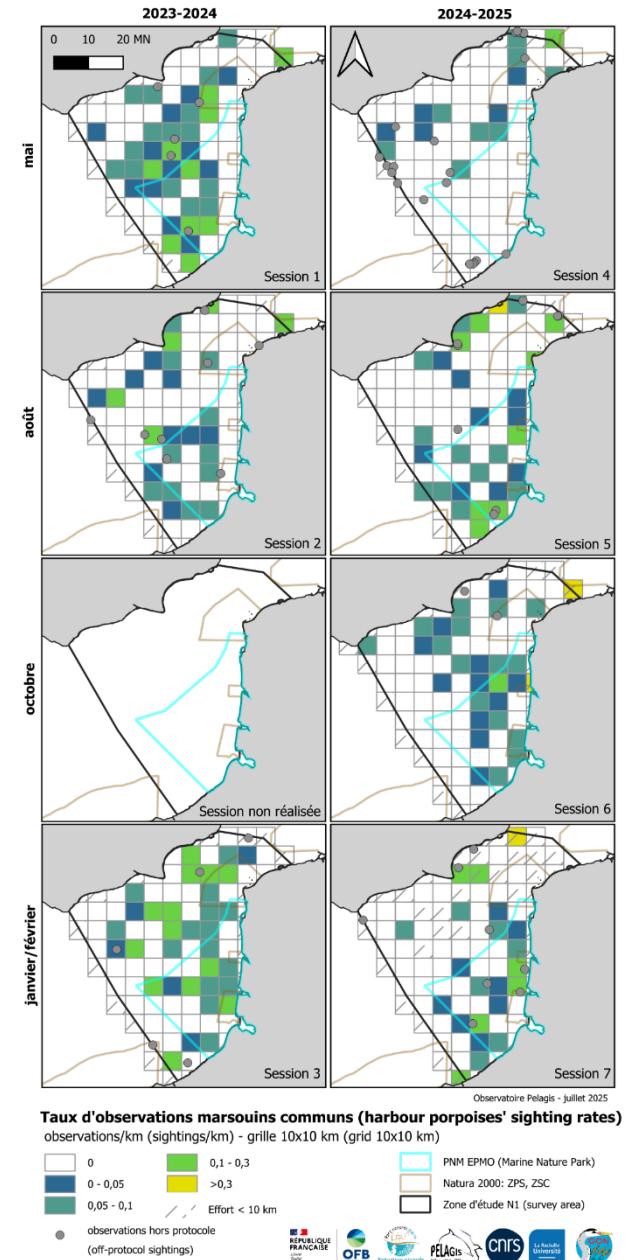
## PHOCOENIDES

Cette famille est représentée par le marsouin commun.

- ✓ Présence toute l'année dans la zone d'étude y compris à l'échelle du Parc et de la ZPS du Cap Gris-Nez ;
- ✓ Une présence marquée, avec des densités plus importantes l'hiver et au printemps (autour de 0,2 ind/km<sup>2</sup>) et des densités minimales en été et automne (autour de 0,1 individu/km<sup>2</sup>). Cependant la variabilité interannuelle rend la saisonnalité moins significative ;
- ✓ Une distribution plus marquée au sud-ouest, sauf en été 2024.



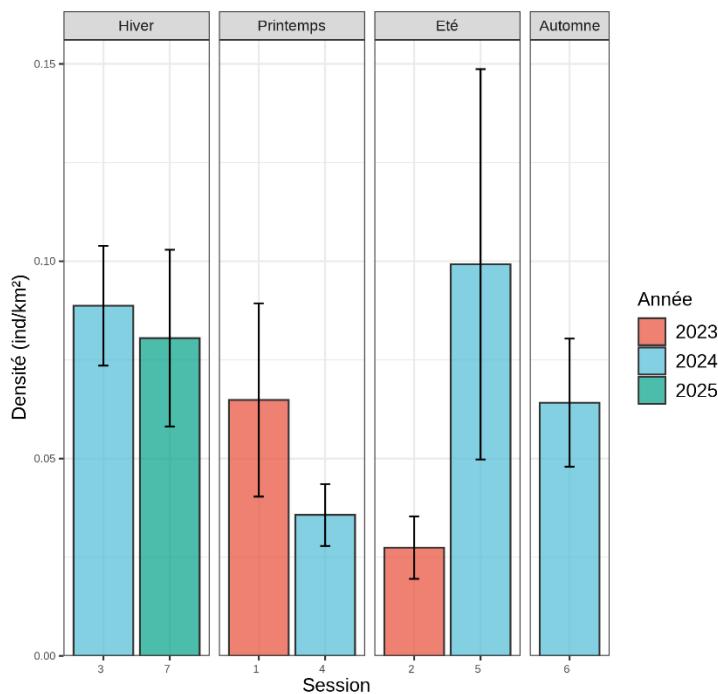
**Figure 18 (gauche).** Densités de marsouins communs (individus.km<sup>2</sup>) estimées par analyses MCDS sur toute la zone d'étude par sessions de la campagne MAMO.



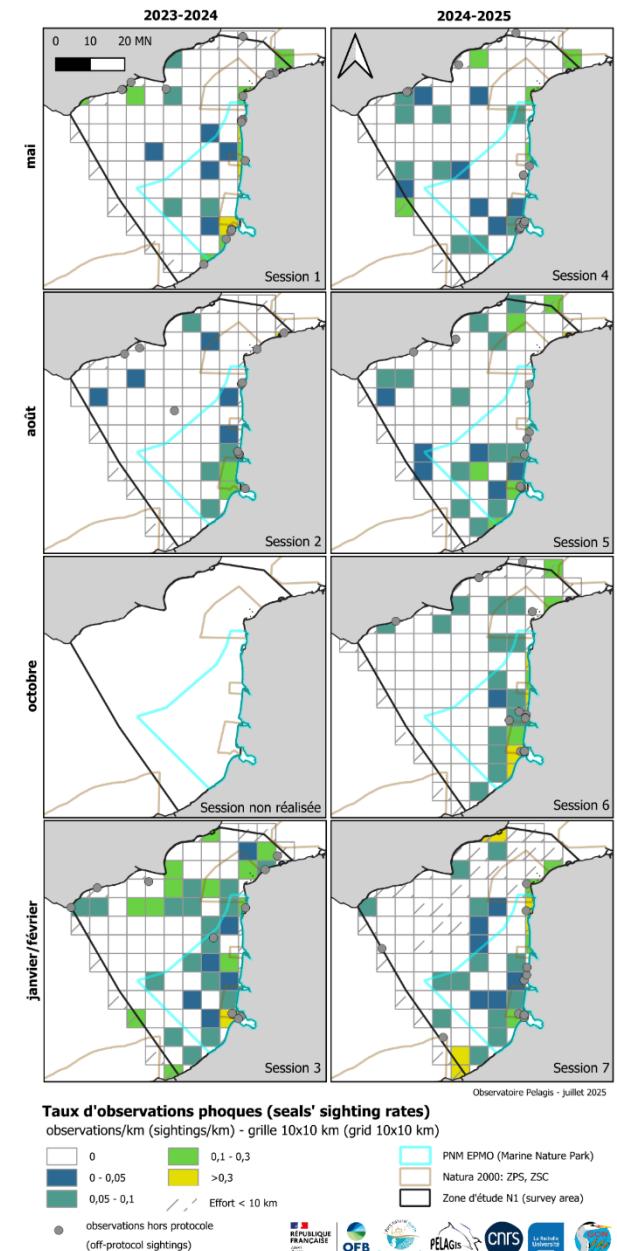
## PHOCIDES

Le phoque gris et le phoque veau-marin sont présents dans la zone mais pas toujours identifiés à l'espèce vus du ciel. Ils sont donc présentés groupés.

- ✓ Présence toute l'année dans la zone d'étude y compris à l'échelle du Parc et de la ZPS du Cap Gris-Nez ;
- ✓ Une saisonnalité avec des densités en mer maximales en été 2024 (session réalisée tardivement) qui restent hautes en hiver et diminuent à partir du printemps ;
- ✓ Une distribution plus marquée à la côte, mais quelques individus au large notamment en hiver.



**Figure 20 (gauche).** Densités de phoques indéterminés, gris et communs (individus.km<sup>2</sup>) estimées par analyses MCDS sur toute la zone d'étude par sessions de la campagne MAMO.

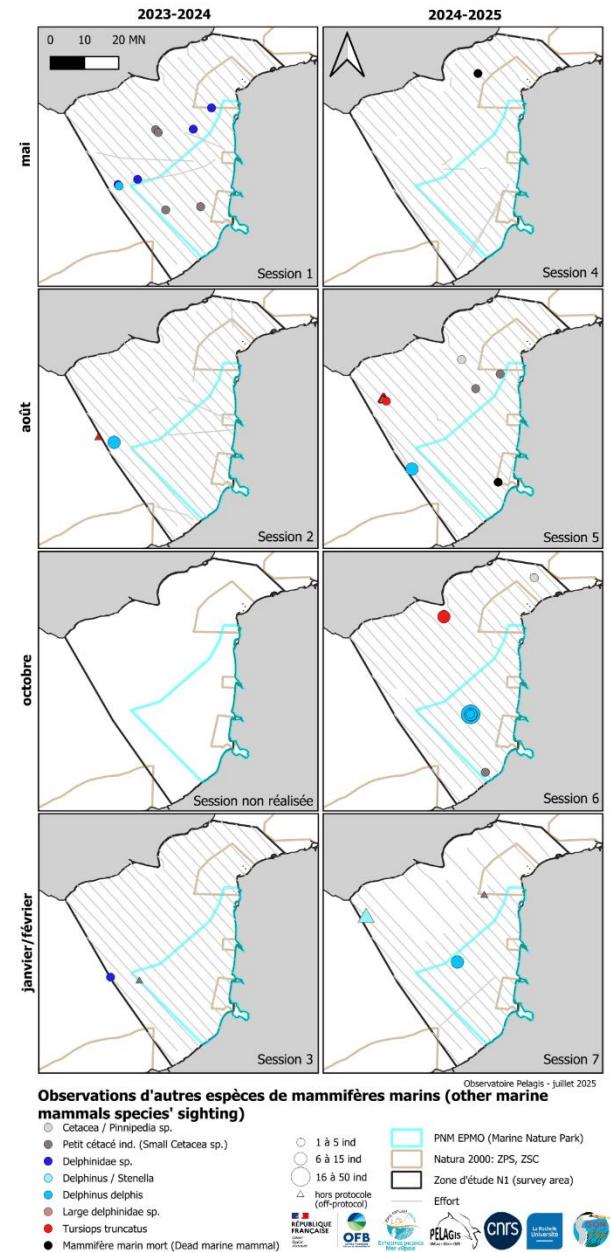


**Figure 21 (droite).** Taux d'observations (observations/km) de phoques indéterminés, gris et veaux-marins par sessions de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km et observations hors protocole d'observation.

## AUTRES MAMMIFERES MARINS

Parmi les observations de petits cétacés indéterminés, sont potentiellement inclus le marsouin commun et dauphin commun ; et pour les delphinidés indéterminés, le dauphin commun, le grand dauphin et le lagénorhynque à flancs blancs.

- ✓ D'avantage d'observations au printemps 2023 et été 2024 ;
  - ✓ Réparties sur l'ensemble de la zone ;
  - ✓ Des observations régulières de dauphins communs localisées dans la même zone, en limite ouest du Parc.



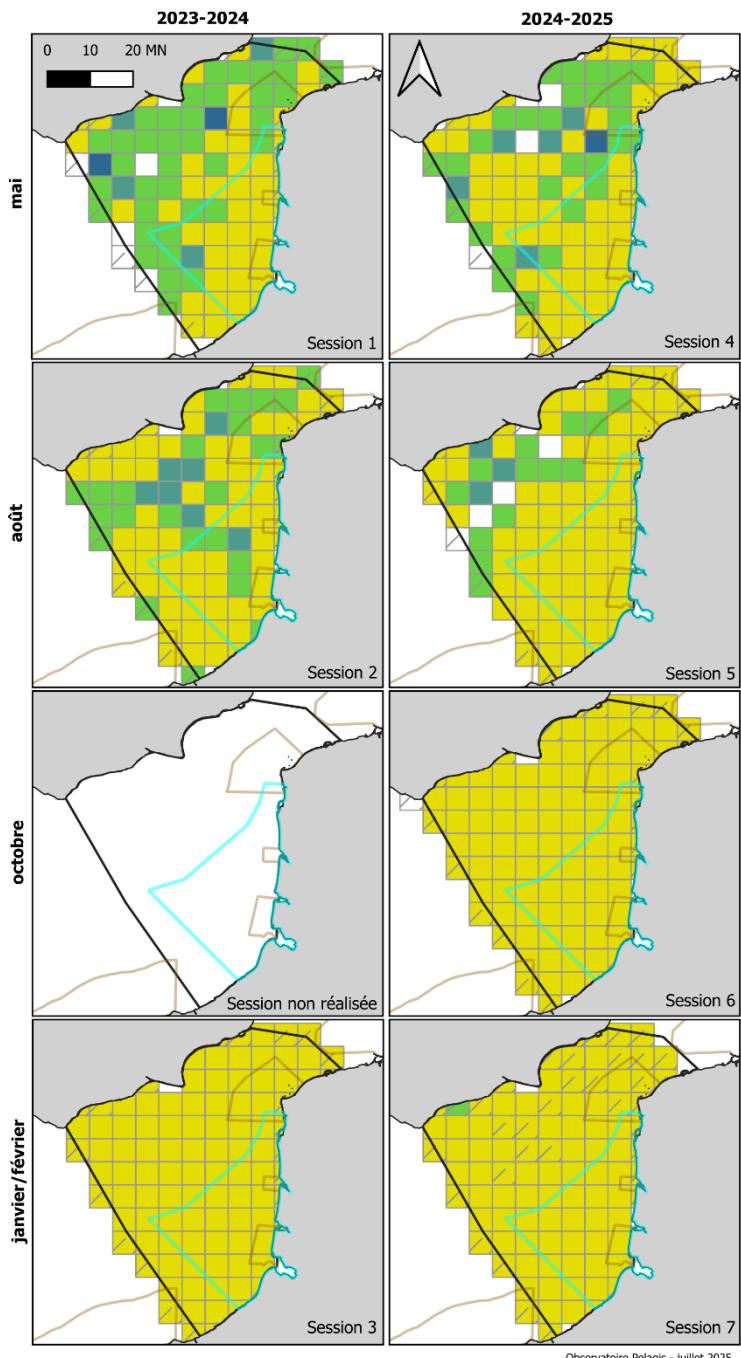
**Figure 22.** Observations des autres espèces de mammifères marins collectées en effort au cours des sessions de la campagne MAMO.

## Les oiseaux marins (et oiseaux du littoral)

Au cours des quatre sessions, 30 espèces ou groupes d'espèces d'oiseaux ont été observées (Tableau 13). Il reste cependant impossible, pour certaines familles d'oiseaux, de discriminer les espèces depuis l'avion, c'est le cas par exemple pour les alcidés, les hydrobatidés (océanites), les sternes, les petits puffins, mais également les petits laridés (mouettes) notamment lorsqu'ils sont observés posés. Néanmoins, ces observations sont complémentaires aux suivis ornithologiques réalisés à terre ou par bateau en raison de l'étendue de l'échantillonnage notamment et de l'image quasi instantanée de leur distribution.

C'est en hiver et en automne que les taux d'observation d'oiseaux sont les plus élevés et supérieurs à 0,3 observation/km sur quasiment toute la zone, y compris le Parc naturel marin et la ZPS FR3110085 Cap Griz-Nez (Figure 23). L'été 2024 (session 5) présente également un taux d'observation important sur la moitié sud de la zone. Toutefois, la session ayant été réalisée tardivement pour cette saison, elle pourrait davantage refléter une période automnale, tant en termes de composition spécifique que d'abondance des oiseaux. Les espèces présentant les taux d'observation les plus élevés sur l'ensemble de la campagne sont les alcidés, avec une saisonnalité marquée, puis le fou de Bassan, la mouette tridactyle et les grands goélands.

La synthèse de ces résultats de distribution et l'évolution saisonnière des densités est présentée à la suite par espèce ou groupe d'espèces (Figure 24 à Figure 50). Les résultats complets des analyses CDS (Conventional Distance Sampling) sont en Annexe 5.



**Taux d'observations oiseaux (birds' sighting rates)**  
observations/km (sightings/km) - grille 10x10 km (grid 10x10 km)



**Figure 23.** Taux d'observations (observations/km) d'oiseaux (toutes espèces confondues) pour les sessions de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.

**Tableau 13.** Observations d'oiseaux marins, côtiers et terrestres (et nombre d'individus) relevées en effort d'observation au cours des sessions de la campagne MAMO.

Session	Printemps		Eté		Automne		Hiver		Total
	2023	2024	2023	2024	2024	2024	2025		
	1	4	2	5	6	3	7		
Alcidé ind.	1 (2)					1 (1)		2 (3)	
Pingouin ou Guillemot	26 (34)	19 (26)	23 (55)	3 (3)	592 (1 130)	1 784 (5 571)	714 (1 513)	3 161 (8 332)	
Fou de Bassan ( <i>Morus bassanus</i> )	140 (241)	289 (1 156)	260 (451)	355 (667)	621 (1 749)	527 (2 792)	610 (2 630)	2 802 (9 686)	
Grand labbe ( <i>Stercorarius skua</i> )	3 (3)	3 (3)	8 (8)	10 (11)	2 (2)	1 (1)	2 (2)	29 (30)	
Petit labbe ind.			1 (1)	4 (5)	2 (2)	1 (1)		8 (9)	
Laridé ind.	3 (5)			63 (1 359)	16 (366)	17 (134)	31 (453)	130 (2 317)	
Grand goéland ind.	138 (422)	211 (1 183)	168 (951)	269 (1 316)	308 (1 516)	196 (1 072)	162 (650)	1 452 (7 110)	
Goéland noir ind.	2 (2)	8 (9)	30 (32)	42 (52)	60 (83)	69 (195)	53 (66)	264 (439)	
Goéland brun ( <i>Larus fuscus</i> )	17 (23)	27 (28)	100 (125)	51 (138)	80 (90)	48 (101)	18 (19)	341 (524)	
Goéland marin ( <i>Larus marinus</i> )	3 (3)	3 (3)	5 (5)	5 (5)	25 (31)	68 (70)	35 (59)	144 (176)	
Goéland gris ind.	63 (88)	91 (118)	95 (159)	79 (172)	118 (140)	232 (395)	174 (278)	852 (1 350)	
Goéland argenté ( <i>Larus argentatus</i> )		2 (4)					2 (2)	4 (6)	
Goéland cendré ( <i>Larus canus</i> )		1 (2)			3 (3)	43 (53)	8 (8)	55 (66)	
Mouette ind.	78 (213)	32 (267)	28 (70)	63 (445)	216 (635)	130 (343)	68 (239)	615 (2 215)	
Mouette mélanocéphale ( <i>Ichthyaetus melanocephalus</i> )					42 (53)	1 (1)	1 (1)	44 (55)	
Mouette rieuse ( <i>Chroicocephalus ridibundus</i> )	4 (6)	7 (21)		16 (67)	8 (10)	4 (8)	3 (3)	42 (115)	
Mouette pygmée ( <i>Hydrocoloeus minutus</i> )		1 (1)	1 (1)	1 (3)	21 (38)	5 (7)		29 (50)	
Mouette tridactyle ( <i>Rissa tridactyla</i> )	132 (178)	168 (243)	18 (95)	14 (20)	184 (275)	521 (1 004)	359 (452)	1 396 (2 267)	
Sterne ind.	16 (59)	10 (50)	51 (100)	144 (386)	4 (18)	2 (2)		227 (615)	
Sterne moyenne ind.	1 (1)	14 (37)	56 (111)	68 (261)	1 (1)			140 (411)	
Sterne caugek ( <i>Thalasseus sandvicensis</i> )	1 (1)		31 (46)	19 (24)				51 (71)	
Sterne naine ( <i>Sternula albifrons</i> )		1 (1)		1 (1)				2 (2)	

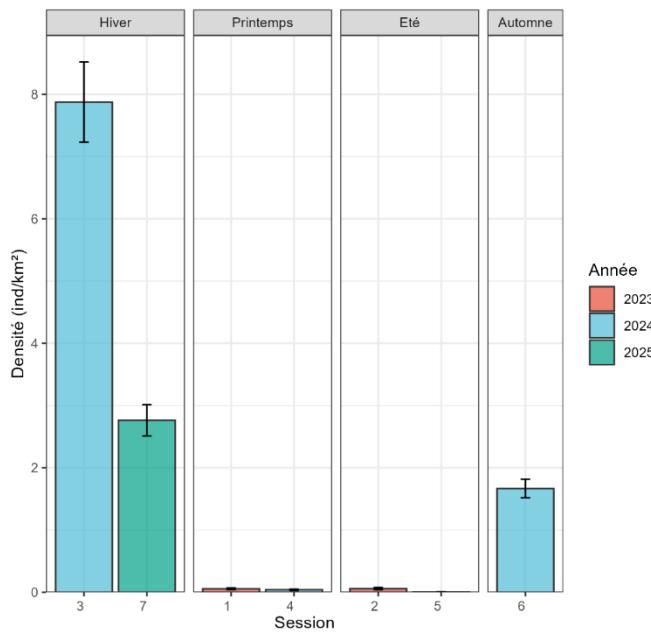
Session	Printemps		Eté		Automne		Hiver		Total
	2023	2024	2023	2024	2024	2024	2025		
	1	4	2	5	6	3	7		
Fulmar boréal ( <i>Fulmarus glacialis</i> )	16 (16)	13 (13)	23 (25)	4 (6)		32 (123)	22 (29)		110 (212)
Petit Puffin ind.	2 (3)						2 (3)		4 (6)
Océanite ind.		2 (2)	19 (45)	165 (482)	24 (78)				210 (607)
Cormoran ind.	18 (22)	12 (14)	22 (25)	8 (10)	8 (8)	26 (49)	23 (35)		117 (163)
Grand cormoran ( <i>Phalacrocorax carbo</i> )	2 (2)	4 (5)	4 (4)		10 (11)	3 (3)	5 (19)		28 (44)
Oiseau marin ind.				8 (8)					8 (8)
Anatidé ind.	3 (4)			1 (3)		1 (13)			5 (20)
Canard ind.				1(1)					1 (1)
Tadorne de Belon ( <i>Tadorna tadorna</i> )					1 (7)				1 (7)
Macreuse ind.	1 (300)		1 (5)	1 (1)		2 (30)	1 (500)		5 (336)
Macreuse brune ( <i>Melanitta fusca</i> )					1 (1)				1 (1)
Macreuse noire ( <i>Melanitta nigra</i> )				1 (1)	1 (4)	3 (54)	1 (20)		6 (79)
Bernache cravant ( <i>Branta bernicla</i> )					1 (3)				1 (3)
Harle huppé ( <i>Mergus serrator</i> )						1 (1)			1 (1)
Héron ind.			1 (1)	1 (3)					2 (4)
Plongeon ind.		7 (12)		1 (1)	29 (43)	217 (413)	168 (328)		422 (797)
Grand grèbe ind.					1 (1)	20 (36)	1 (3)		22 (40)
Limicole ind.	5 (66)	2 (7)	3 (15)	4 (50)	8 (141)	2 (44)			22 (279)
Courlis ind.	1 (1)								1(1)
Huîtrier pie ( <i>Haematopus ostralegus</i> )						2 (44)			2 (44)
Autre oiseau terrestre	3 (7)	4 (4)	3 (3)	15 (18)	26 (151)	1 (1)	3 (26)		55 (210)
<b>Total</b>	<b>679</b>	<b>931</b>	<b>951</b>	<b>1 417</b>	<b>2 413</b>	<b>3 958</b>	<b>2 465</b>		<b>12 814</b>
	<b>(1 702)</b>	<b>(3 209)</b>	<b>(2 333)</b>	<b>(5 519)</b>	<b>(6 590)</b>	<b>(12 518)</b>	<b>(6 838)</b>		<b>(38 709)</b>
Oiseau marin mort	4 (4)				1 (1)	1 (1)			6 (6)



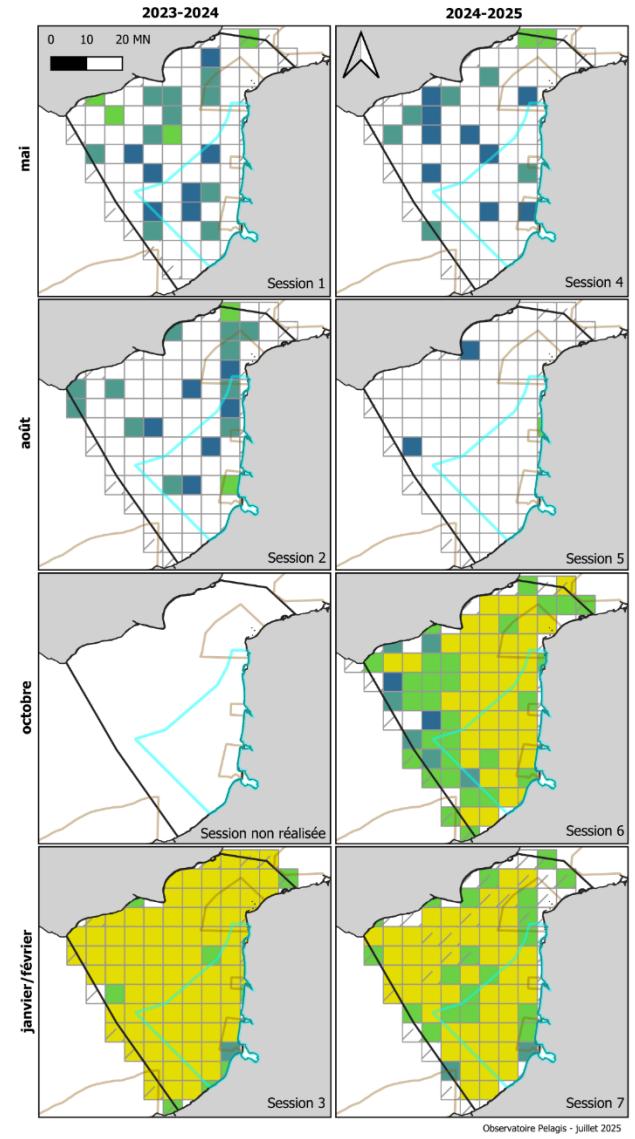
## ALCIDÉS

Au sein de la famille des alcidés, il est pratiquement impossible de discriminer les différentes espèces (guillemot de Troïl, pingouin torda, et occasionnellement macareux moine) à l'œil nu depuis l'avion. Les résultats sont donc présentés groupés pour cette famille.

- ✓ Saisonnalité très marquée, avec forte présence en hiver (densité max globale de 7,8 individus/km<sup>2</sup>, CV=8%) dans la zone d'étude, y compris au sein des périmètres du Parc et la ZPS du Cap Gris-Nez ;
- ✓ Présence occasionnelle le reste de l'année ;
- ✓ Une distribution homogène en hiver et plus au nord de la zone d'étude au printemps et en été. En automne, l'ouest de la zone d'étude présente des taux d'observation inférieurs.



**Figure 24 (gauche).** Densités d'alcidés indéterminés (individus.km<sup>2</sup>) estimées par analyses CDS sur toute la zone d'étude par sessions de la campagne MAMO.



**Figure 25 (droite).** Taux d'observations (observations/km) d'alcidés par sessions de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.

**Taux d'observations alcidés (alcids' sighting rates)**  
observations/km (sightings/km) - grille 10x10 km (grid 10x10 km)

0	0,1 - 0,3	PNM EPMO (Marine Nature Park)
0 - 0,05	>0,3	Natura 2000: ZPS, ZSC
0,05 - 0,1		Zone d'étude N1 (survey area)

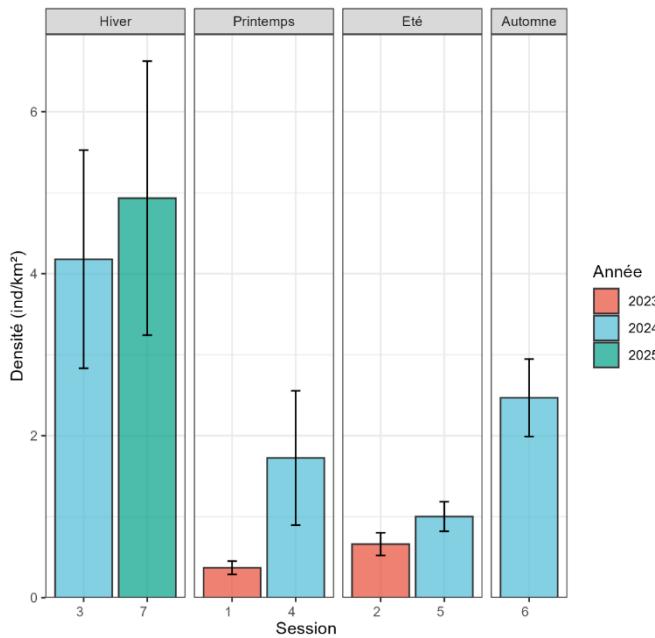
Effort < 10 km



## SULIDES

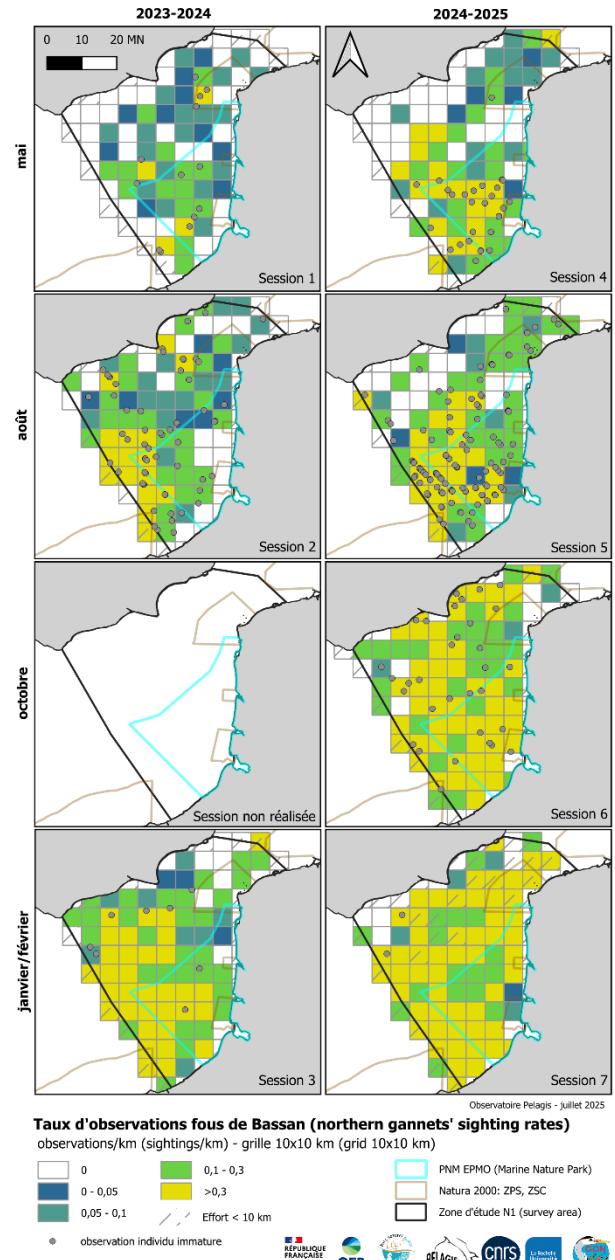
Cette famille est représentée dans la zone par le fou de Bassan. Il est facile à identifier et la confusion avec d'autres espèces est peu probable. L'âge (juvénile, immature, adulte ou groupe mixte) est relevé dans la plupart des observations pour cette espèce.

- ✓ Présent toute l'année sur la zone y compris au sein du périmètre du Parc et de la ZPS du Cap Gris-Nez ;
- ✓ Pic de densité observée en hiver ( $> 4$  ind/km $^2$ ) ;
- ✓ Distribution principalement concentrée au sud de la zone sauf en hiver 2025, où la distribution est plus homogène ;
- ✓ Des individus immatures ont été rencontrés majoritairement en été, avec une répartition marquée au sud-ouest de la zone.



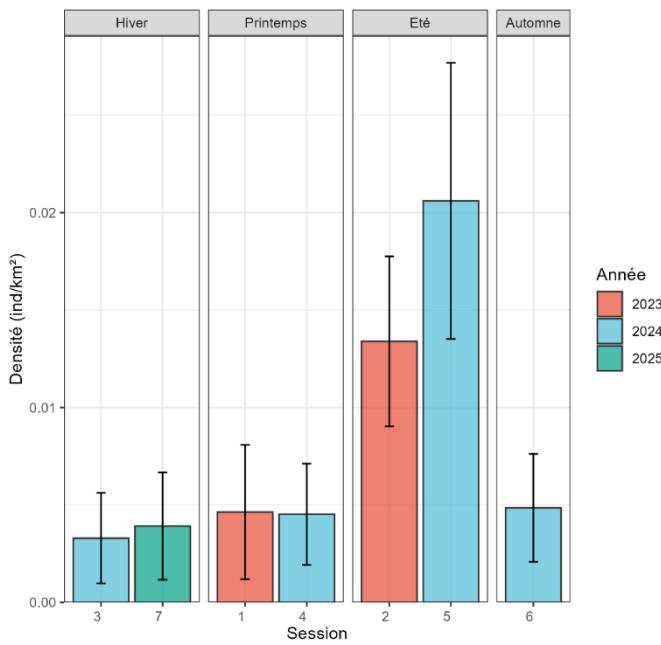
**Figure 26 (gauche).** Densités de fous de Bassan (individus.km $^2$ ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.

**Figure 27 (droite).** Taux d'observations (observations/km) de fous de Bassan par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km et observation d'individus immatures.

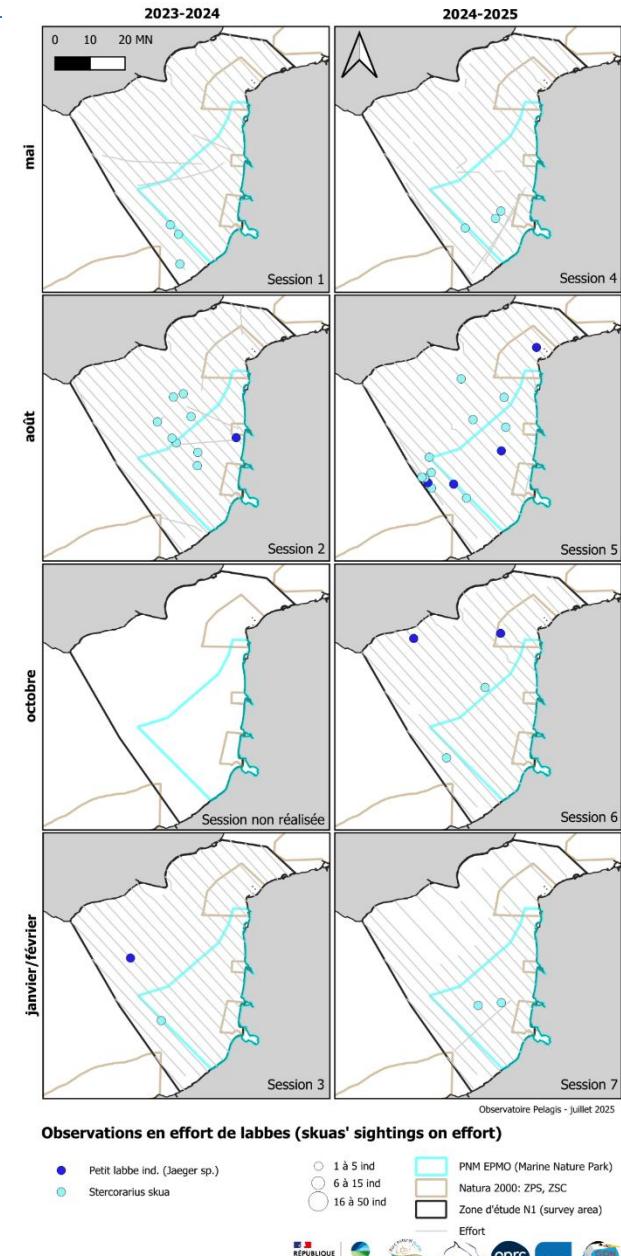


Cette famille est représentée par le grand labbe, facilement identifiable vu d'avion, ainsi que par plusieurs espèces de petits labbes (labbe parasite, labbe à longue queue et labbe pomarin) qui elles sont plus difficiles à discriminer et relevées groupées. Le nombre d'observations obtenu pour cette famille n'est pas suffisant pour produire des densités et taux d'observations.

- ✓ Pic de densité observée en été (max 0.02 ind/km<sup>2</sup>, CV= 34%) ;
- ✓ Davantage d'observations en été, au centre du détroit, en face des estuaires picards (2023) et au sud de la zone d'étude (2024) ;
- ✓ Des observations de petits labbes ont été réalisées en été (août 2023 et 2024), en automne (2024) et en hiver (2023), avec un maximum en été 2024.



**Figure 28 (gauche).** Densités de labbes (individus.km<sup>2</sup>) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.



**Figure 29 (droite).** Observations de labbes collectées par session de la campagne MAMO.

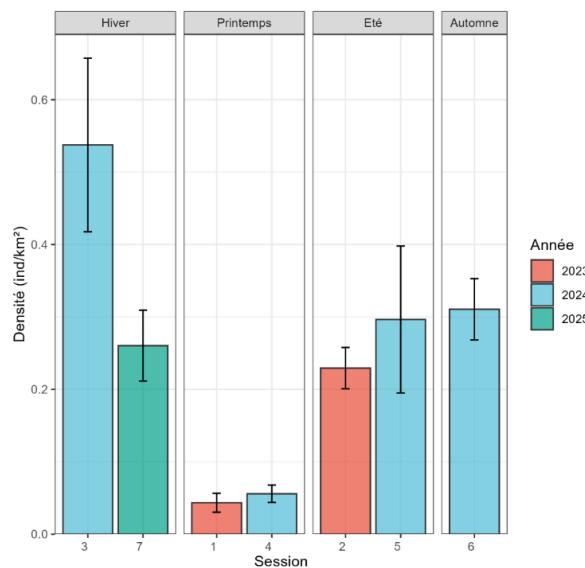
Parmi les observations de goélands, certains individus n'ont pas pu être déterminés. Il s'agit principalement d'individus immatures non différenciés, susceptibles d'appartenir à l'une des catégories suivantes.



### Goélands « noirs »

Il peut être difficile de distinguer le goéland brun du goéland marin vu d'avion, c'est pourquoi les résultats sont présentés en groupant ces deux espèces de goélands « noirs ». Les deux espèces nichent dans la zone.

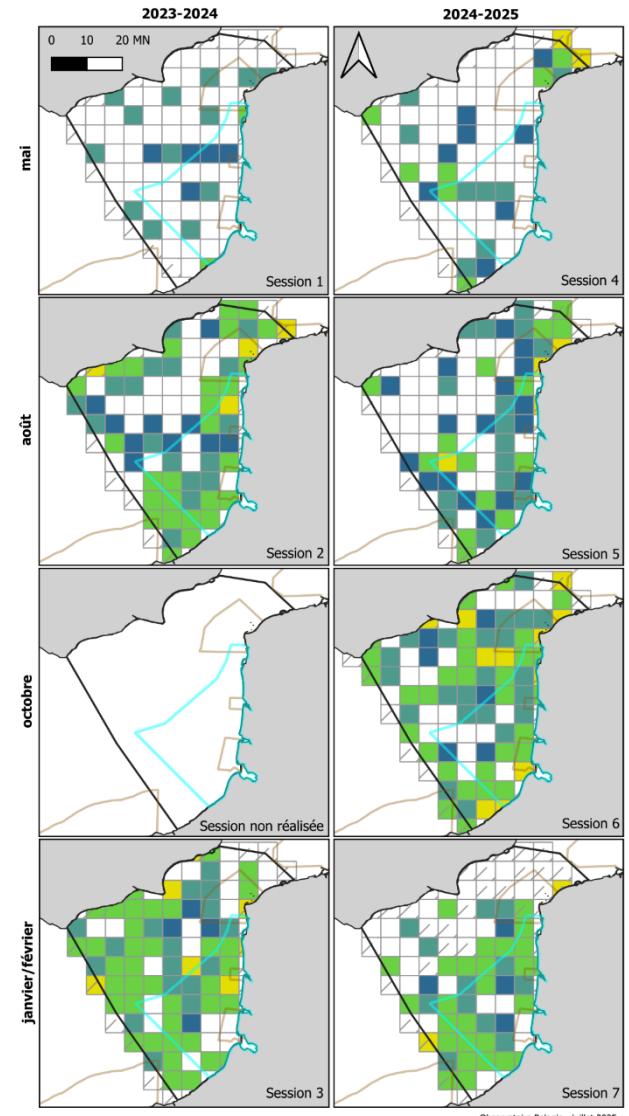
- ✓ Présent toute l'année sur la zone y compris au sein du périmètre du Parc et de la ZPS du Cap Gris-Nez ;
- ✓ Pic de densité observée en hiver 2024 (0,53 ind/km<sup>2</sup>, cv=22%), et une forte diminution au printemps ;
- ✓ Patrons de distribution saisonnière :
  - au printemps, présence marquée à la côte au nord du détroit (mai 2024) et de manière hétérogène au large



- en été présence plus côtière, notamment face aux caps de la côte d'Opale et des taux d'observations plus élevés dans le sud de la zone d'étude - en automne, maximums observés vers le cap de Dungeness, les caps Gris-Nez et Blanc-Nez, la baie de Somme et Le Tréport.  
 - en hiver présence méridionale dans la zone.

**Figure 30 (gauche).** Densités de goélands « noirs » (individus.km<sup>2</sup>) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.

**Figure 31 (droite).** Taux d'observations (observations/km) de goélands « noirs » par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.



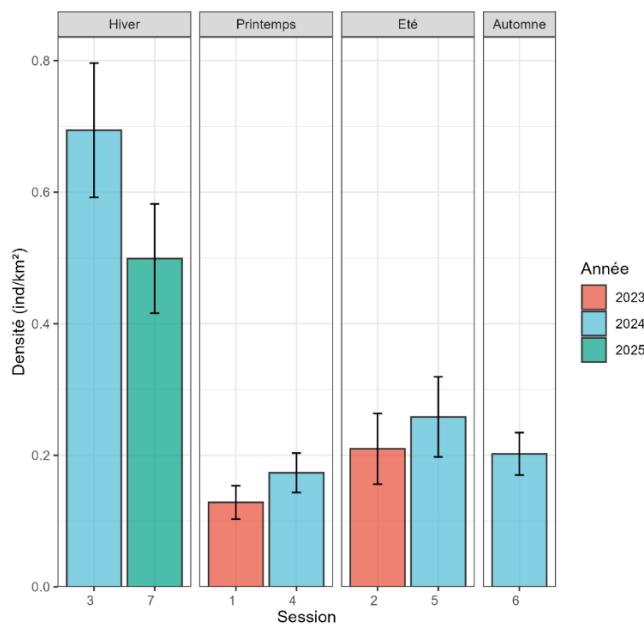
**Taux d'observations "goélands noirs" (black gulls' sighting rates)**  
 observations/km (sightings/km) - grille 10x10 km (grid 10x10 km)

0	0,1 - 0,3	PNM EPMO (Marine Nature Park)
0 - 0,05	0,05 - 0,1	Natura 2000: ZPS, ZSC
0,05 - 0,1	>0,3	Zone d'étude N1 (survey area)
		/ Effort < 10 km

## Goélands « GRIS »

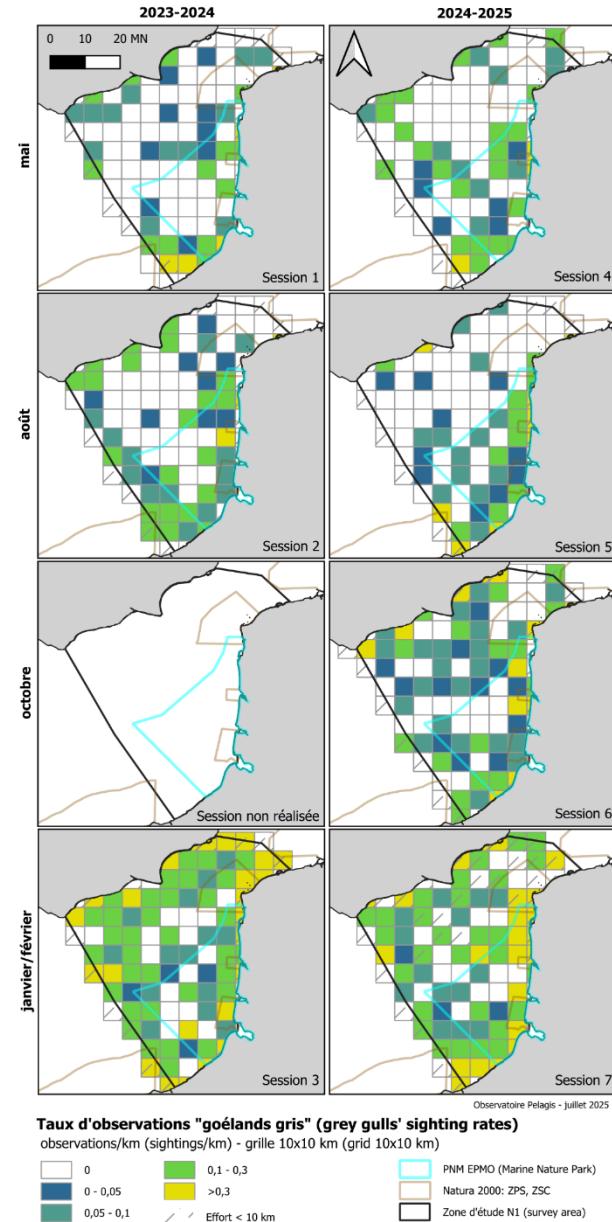
Il peut être difficile de distinguer le goéland argenté, du goéland cendré ou d'autres espèces de cette couleur vues d'avion, c'est pourquoi les résultats sont présentés en groupant ces espèces de goélands « gris ». A noter que le goéland argenté est nicheur dans le secteur avec de gros effectifs.

- ✓ Présence toute l'année dans la zone d'étude y compris à l'échelle du Parc et de la ZPS du Cap Gris-Nez ;
  - ✓ Une saisonnalité marquée avec des densités minimales au printemps ( $0,13 \text{ ind/km}^2$ , cv= 21%) et maximales en hiver ( $0,74 \text{ ind/km}^2$ , cv= 16%) ;
  - ✓ Un gradient de distribution côte-large observé, avec des taux d'observation plus forts à proximité du littoral qu'en haute mer ;
  - ✓ Présence plus marquée vers le sud au printemps et en été et le long des côtes françaises en été.



**Figure 32 (gauche).** Densités de goélands « gris» (individus.km<sup>2</sup>) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.

**Figure 33 (droite).** Taux d'observations (observations/km) de goélands « gris » par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.



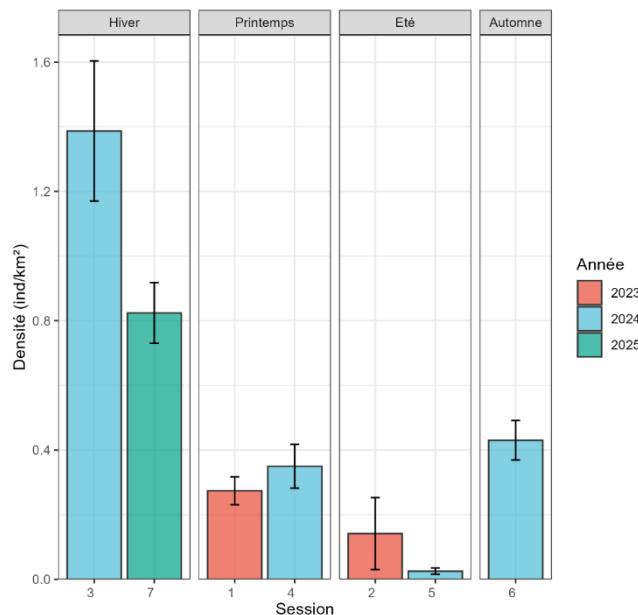
## PETITS LARIDES : MOUETTES

Mise à part la mouette tridactyle, certaines espèces de mouettes sont difficiles à identifier vues d'avion notamment lorsqu'elles sont posées. Les résultats sont donc présentés avec d'une part les mouettes tridactyles, et d'autre part les autres espèces de mouettes et mouettes indéterminées groupées.

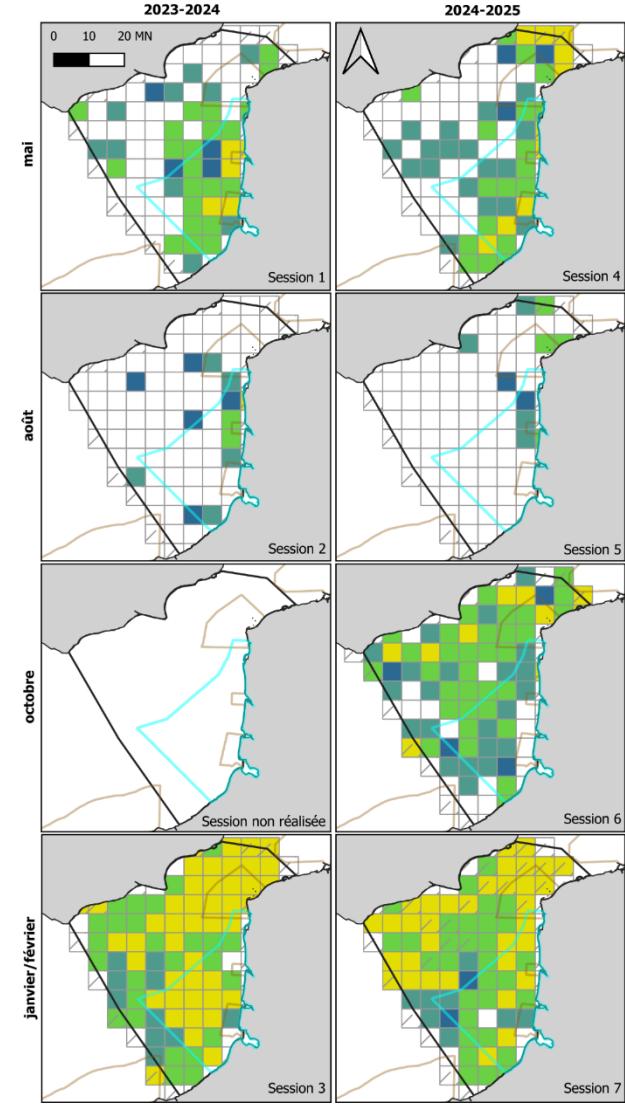


### Mouette tridactyle

- ✓ Présence toute l'année dans la zone d'étude y compris à l'échelle du Parc et de la ZPS du Cap Gris-Nez ;
- ✓ Une distribution marquée au large des estuaires picards au printemps, centrée autour des colonies du Pas-de-Calais en été alors que les densités en mer apparaissent minimales ;
- ✓ Fréquentation plutôt septentrionale en automne et très étalée en hiver où la densité culmine (> 0,8 ind/km).



**Figure 34 (gauche).** Densités de mouettes tridactyles (individus.km<sup>2</sup>) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.

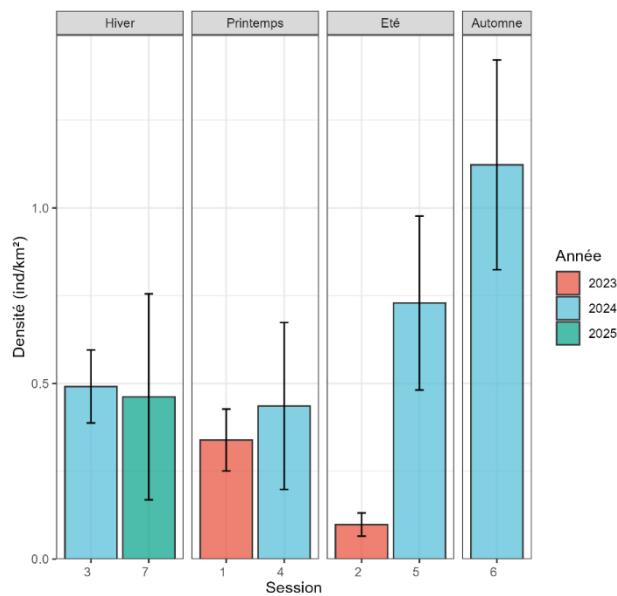


**Figure 35 (droite).** Taux d'observations (observations/km) de mouettes tridactyles par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.

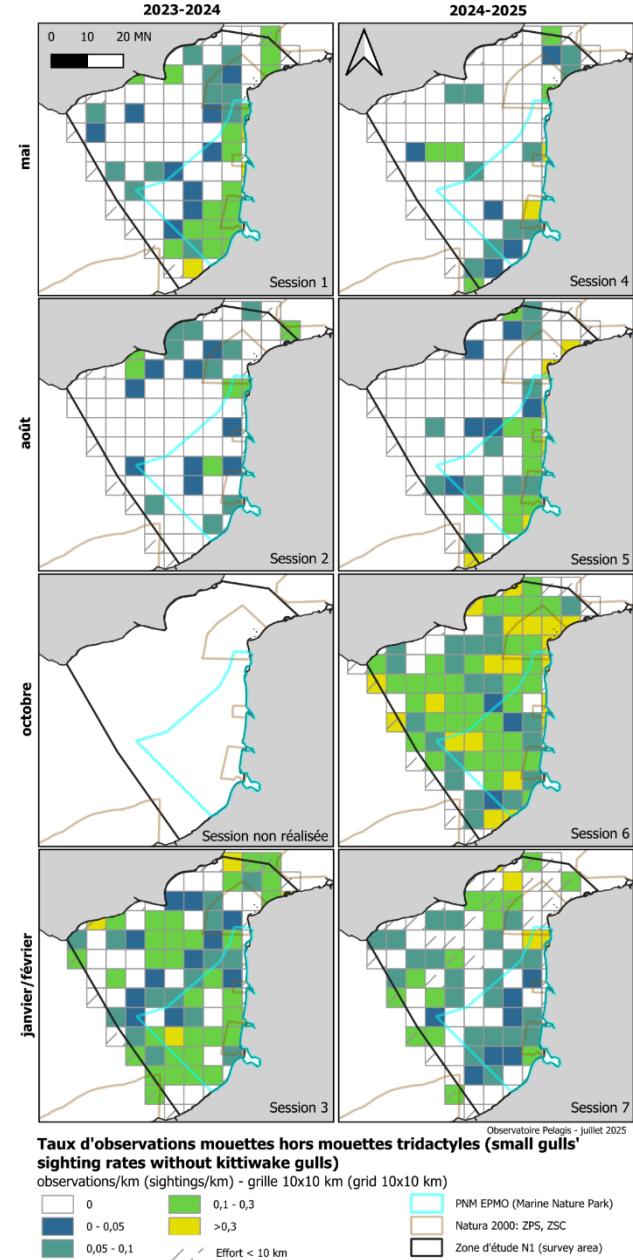
## Mouettes (mouettes tridactyles exclues)

Certaines observations de mouettes ont pu être identifiées à l'espèce : mouette tridactyle, mouette mélanocéphale, mouette rieuse, mouette pygmée. Néanmoins, 29 % des observations de mouettes toutes sessions confondues restent indéterminées. Sont regroupées ici les mouettes non identifiées et les mouettes identifiées à l'exception des mouettes tridactyles.

- ✓ Présence toute l'année dans la zone d'étude y compris à l'échelle du Parc et de la ZPS du Cap Gris-Nez ;
- ✓ Une saisonnalité avec des densités minimales en été et maximales en automne ( $>1$  ind/km) ;
- ✓ Une distribution plus côtière au printemps et en été, et une présence plus étalée dans le détroit en automne et en hiver.



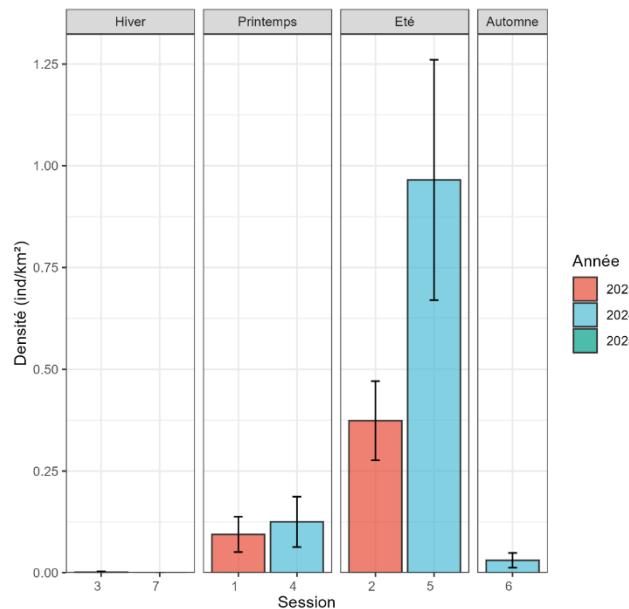
**Figure 36 (gauche).** Densités de mouettes hors mouettes tridactyles (individus.km<sup>2</sup>) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.



## STERNIDES

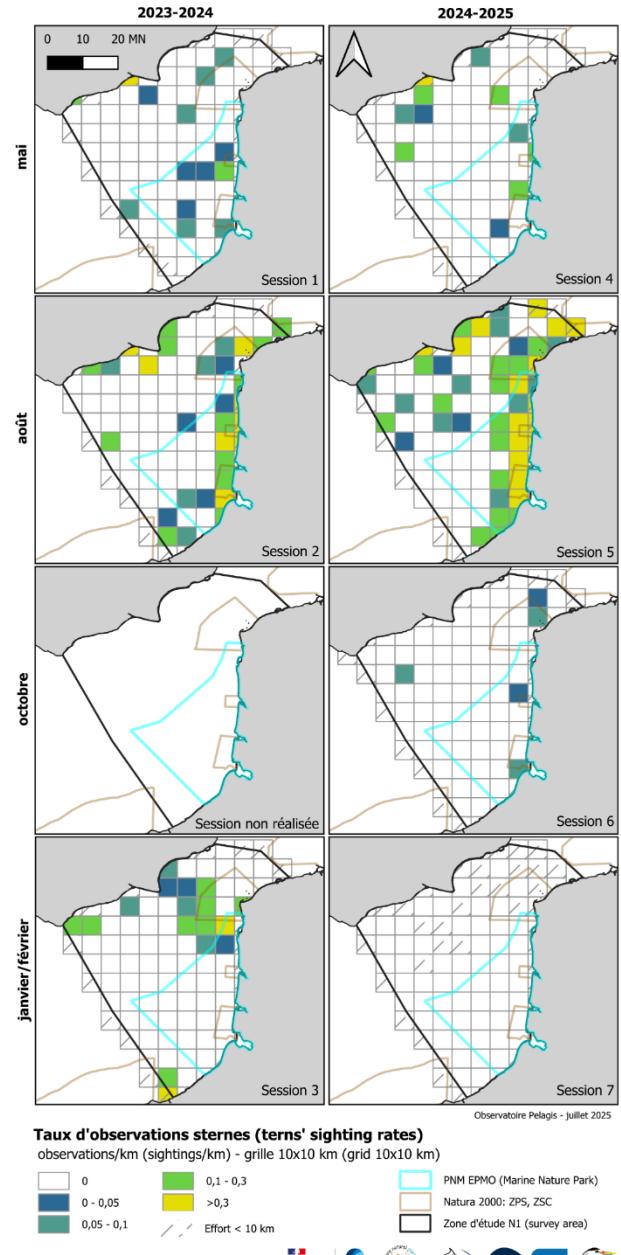
Les espèces de sternes sont difficilement identifiables vues d'avion, les résultats de cette famille sont donc présentés regroupés.

- ✓ Présence toute l'année dans la zone d'étude y compris à l'échelle du Parc et de la ZPS du Cap Gris-Nez, mais très réduite en dehors du printemps et de l'été ;
- ✓ Une saisonnalité marquée avec une densité maximale en été ( $>0,35$  ind/km $^2$ ), mais cependant une variabilité interannuelle importante entre les étés 2023 et 2024 ;
- ✓ Une distribution légèrement plus marquée le long des côtes françaises ;
- ✓ Des pics estivaux de présence en face des estuaires picards, et autour des caps Gris-Nez, Blanc-Nez et de Dungeness, et une importance aussi des estuaires picards au printemps, et en automne.



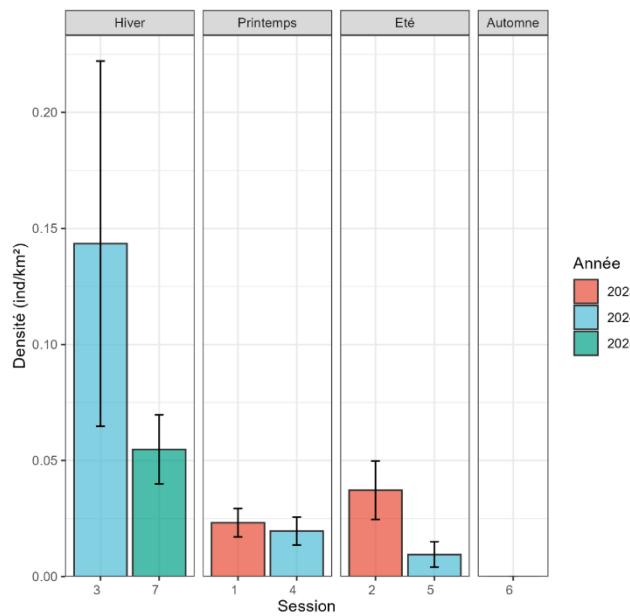
**Figure 38 (gauche).** Densités de sternes (individus.km $^2$ ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.

**Figure 39 (droite).** Taux d'observations (observations/km) de sternes par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.

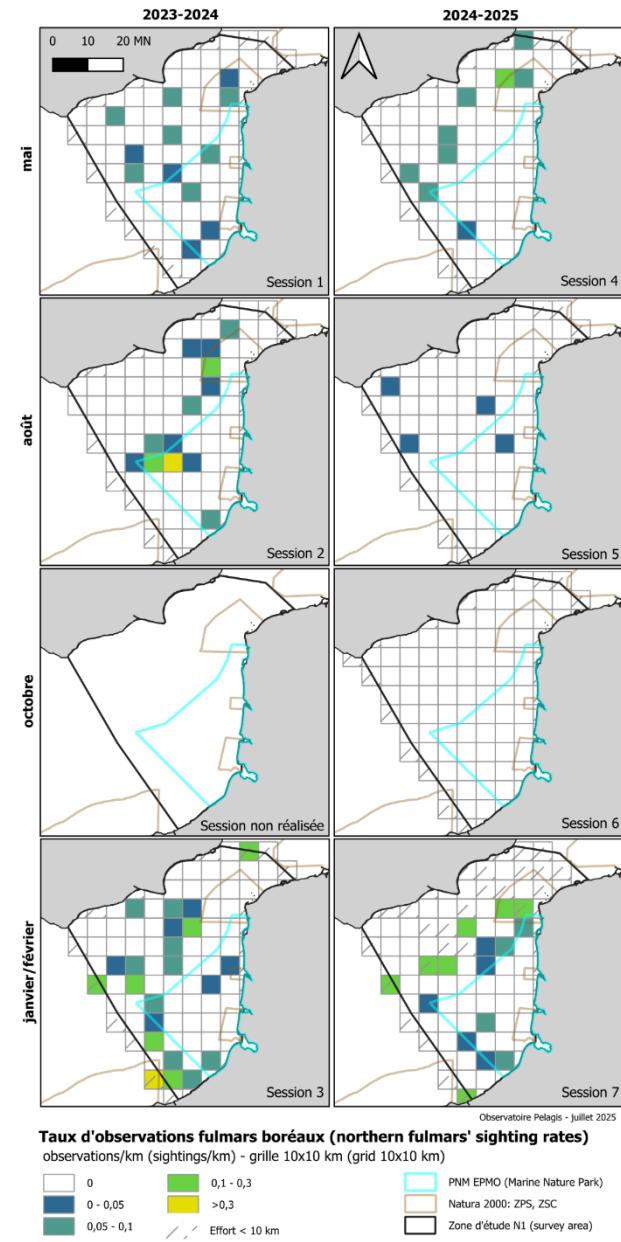


## Fulmar boréal

- ✓ Présence de l'hiver à l'été dans la zone d'étude y compris à l'échelle du Parc et de la ZPS du Cap Gris-Nez ;
- ✓ Une absence en automne 2024 est cohérente avec les suivis effectués depuis la côte : les fulmars effectuent leur migration postnuptiale lors de première quinzaine de septembre, et sont absents du détroit durant le mois d'octobre ;
- ✓ Une saisonnalité marquée avec des densités maximales en hiver ( $> 0.05$  ind.km $^{-2}$ ) ;
- ✓ Une distribution plus marquée au large.



**Figure 40 (gauche).** Densités de fulmars boréaux (individus.km $^{-2}$ ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.



**Figure 41 (droite).** Taux d'observations (observations/km) de fulmars boréaux par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.



## Petits puffins

Les petits puffins (*P. des anglais* ou *P. des Baléares*) sont difficilement différenciables vus d'avion, ils sont donc présentés groupés. Le nombre d'observations obtenu pour les petits puffins n'est pas suffisant pour produire des densités et taux d'observations.

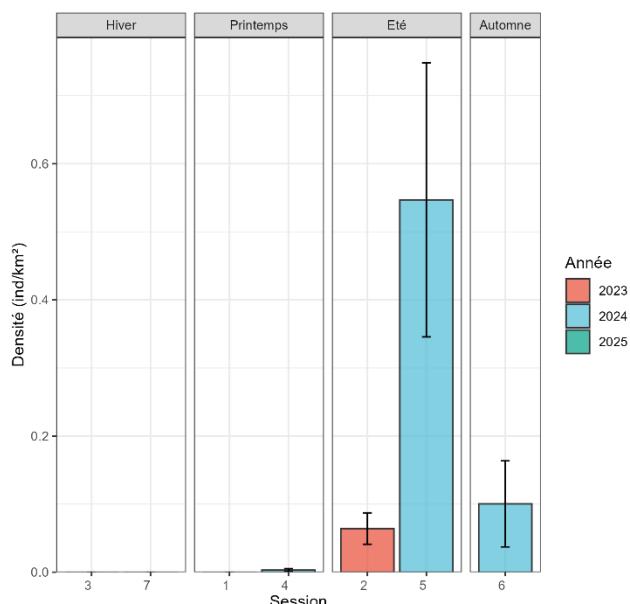
- ✓ Quatre observations effectuées, dont trois dans le Sud-Ouest de la zone (printemps 2023, hiver 2025), et une au niveau d'Hastings côté anglais.



## HYDROBATIDES

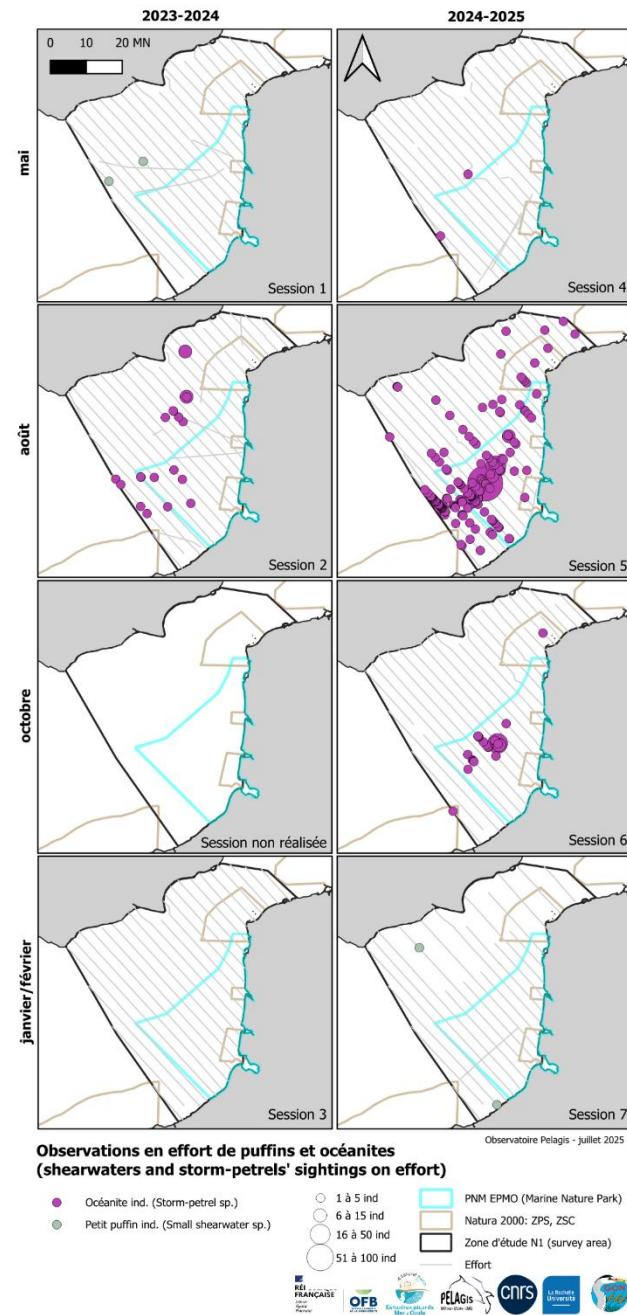
Il est très difficile de différencier les espèces de cette famille vue d'avion. Les observations d'océanites sont donc systématiquement relevées à l'échelle de la famille. Le nombre d'observations obtenu pour cette famille n'est pas suffisant pour produire des taux d'observations. Ce groupe n'ayant pas été ciblé par l'analyse digitale, et les résultats étant partiels, il a été décidé de conserver les effectifs estimés visuellement pour l'estimation de densité de l'été 2024. Ces résultats sont cependant largement sous-estimés étant donné le biais de détection de cette famille.

- ✓ La majorité des observations ont eu lieu l'été, réparties essentiellement dans les secteurs les plus au large ;
- ✓ Des observations moins denses ont été collectées au printemps et à l'automne 2024, très au large des estuaires picards, dans la partie occidentale du PNM EPMO ;
- ✓ Leur densité est estimée à  $0,5 \text{ ind}/\text{km}^2$  ( $cv=37\%$ ) ;
- ✓ La zone la plus dense est située au sud-ouest du Parc.



**Figure 42.** Densités d'océanites ( $\text{individus}.\text{km}^2$ ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO 2023-24.

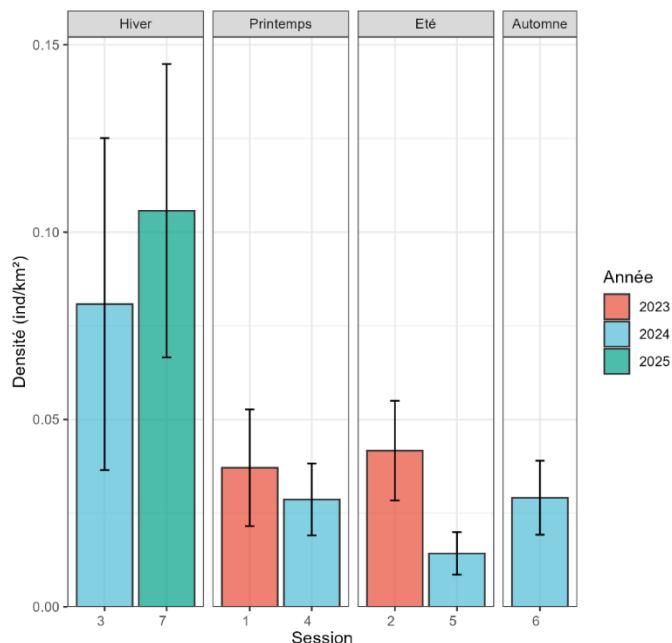
**Figure 43.** Observations des puffins et océanites collectées par session de la campagne MAMO.



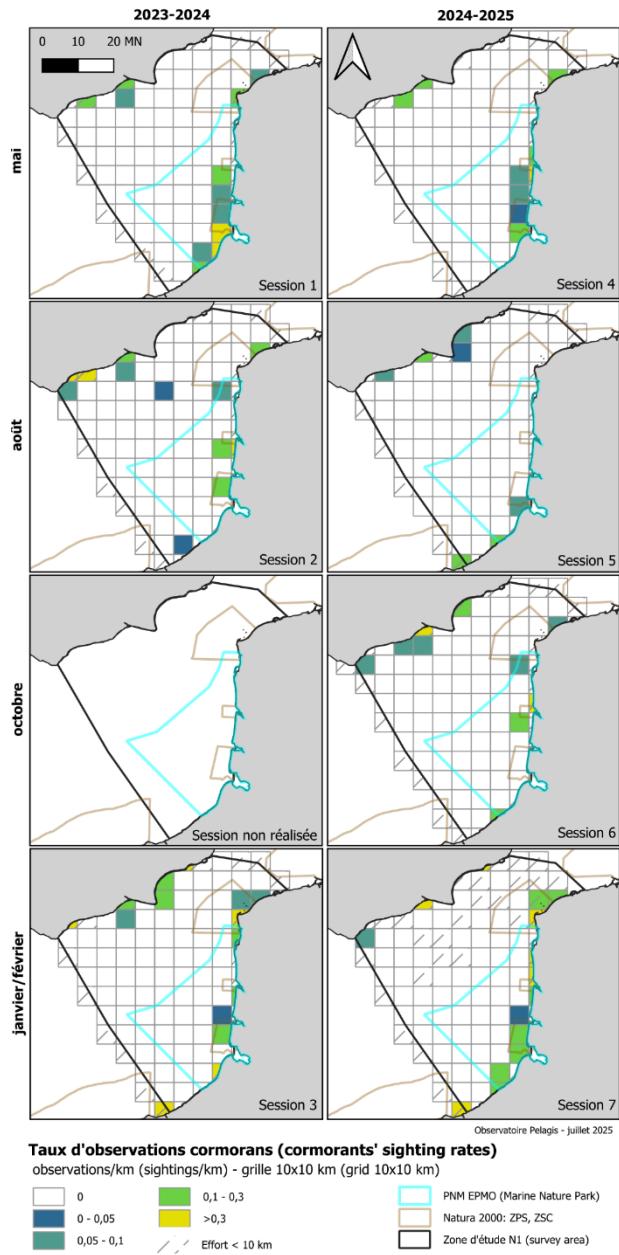
## PHALACROCORACIDES

Les espèces de cormorans présentes (grand cormoran, cormoran huppé), sont difficiles à différencier vues d'avion, notamment quand ils sont posés. Les résultats de cette famille sont donc regroupés.

- ✓ Présence toute l'année dans la zone d'étude y compris à l'échelle du Parc et de la ZPS du Cap Gris-Nez ;
- ✓ Une saisonnalité avec des densités minimales aux printemps, été et automne mais des densités maximales en hiver ( $>0,08$  ind. $\cdot$ km $^{-2}$ ) ;
- ✓ Une distribution concentrée sur la côte, notamment au niveau des estuaires picards et autour des caps de la côte d'Opale et de celui de Dungeness.



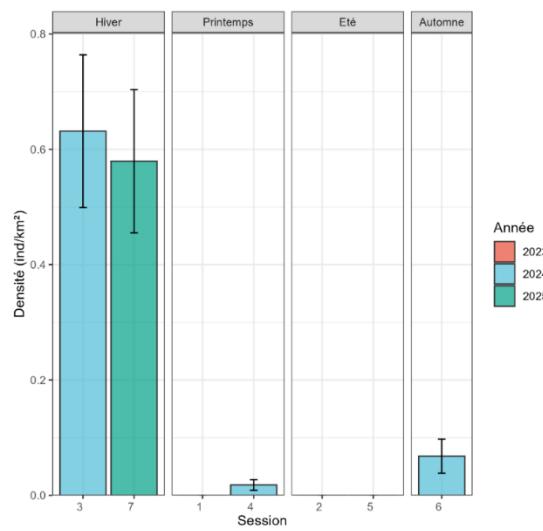
**Figure 44 (gauche).** Densités de cormorans (individus. $\cdot$ km $^{-2}$ ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par sessions de la campagne MAMO.



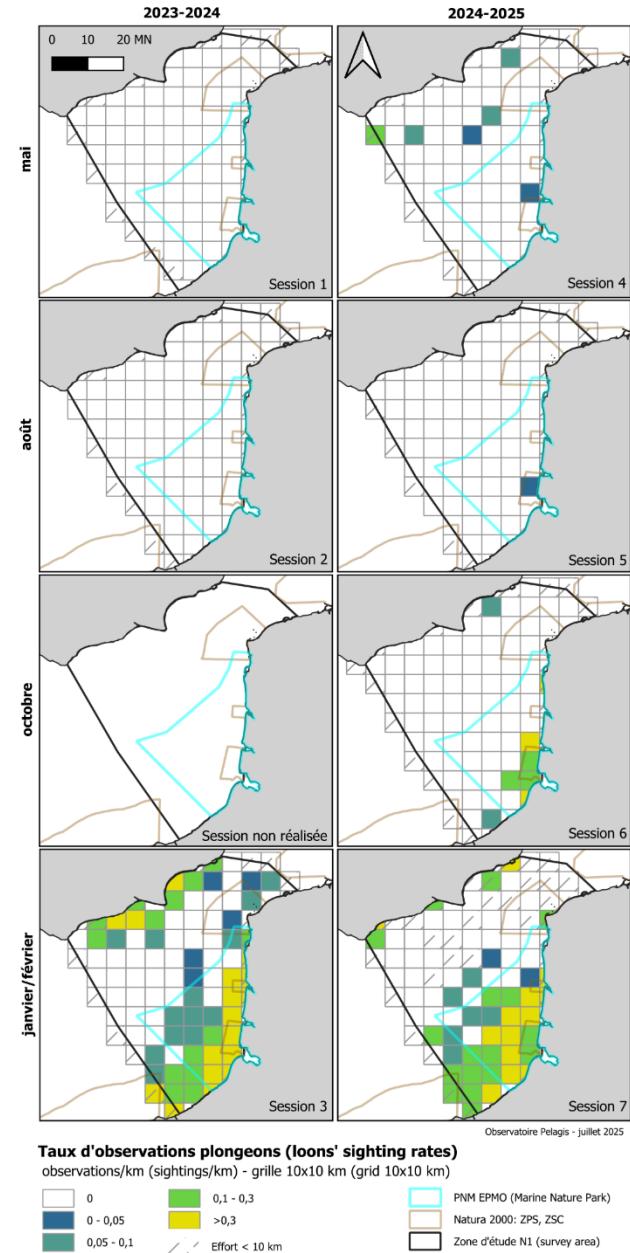
**Figure 45 (droite).** Taux d'observations (observations/km) de cormorans par sessions de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.

## Plongeons

- ✓ Présence essentiellement hivernale dans la zone d'étude, y compris à l'échelle du PNM ;
- ✓ Une saisonnalité avec des densités maximales en hiver ( $>0,55$  ind. $\text{km}^{-2}$ ) ;
- ✓ Distribution hivernale côtière, centrée au sud de la zone d'étude et surtout devant les trois estuaires, ainsi que le long de la côte anglaise ;
- ✓ Présence (en densité faible, et uniquement en 2024) également au printemps, été et automne, notamment en face des baies de Somme et d'Authie ;
- ✓ À noter que les observations de la session 5 pourraient résulter d'une erreur d'identification. Bien que celles-ci apparaissent sur les images STORMM, la qualité des photos n'a pas permis de confirmer ni d'infliger sa présence. À défaut, cela pourrait traduire une arrivée précoce par rapport au calendrier automnal habituel.



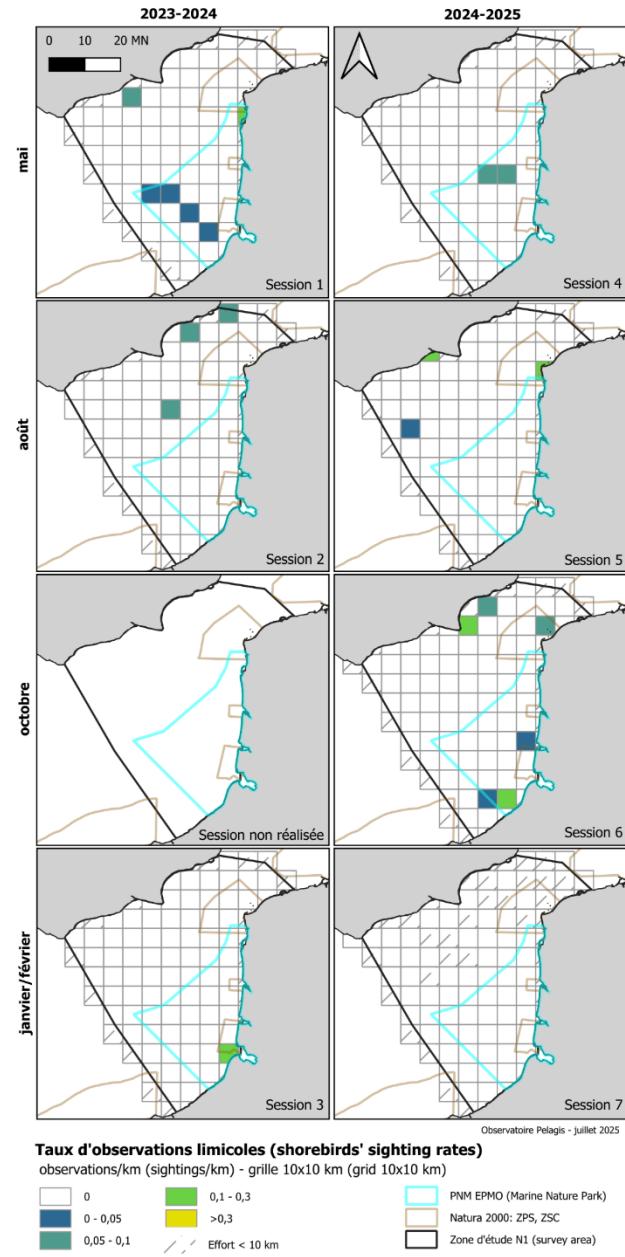
**Figure 46 (gauche).** Densités de plongeons (individus. $\text{km}^{-2}$ ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par sessions de la campagne MAMO.



## Limicoles

Le plan d'échantillonnage n'est pas adapté à ces espèces inféodées à l'estran, mais leur présence est ponctuellement observée au large probablement lors de déplacements migratoires. Les résultats de densité sont présentés à titre indicatif.

- ✓ Présence ponctuelle à chaque saison, sauf en hiver 2025 ;
- ✓ Une saisonnalité avec une présence maximale en automne 2024



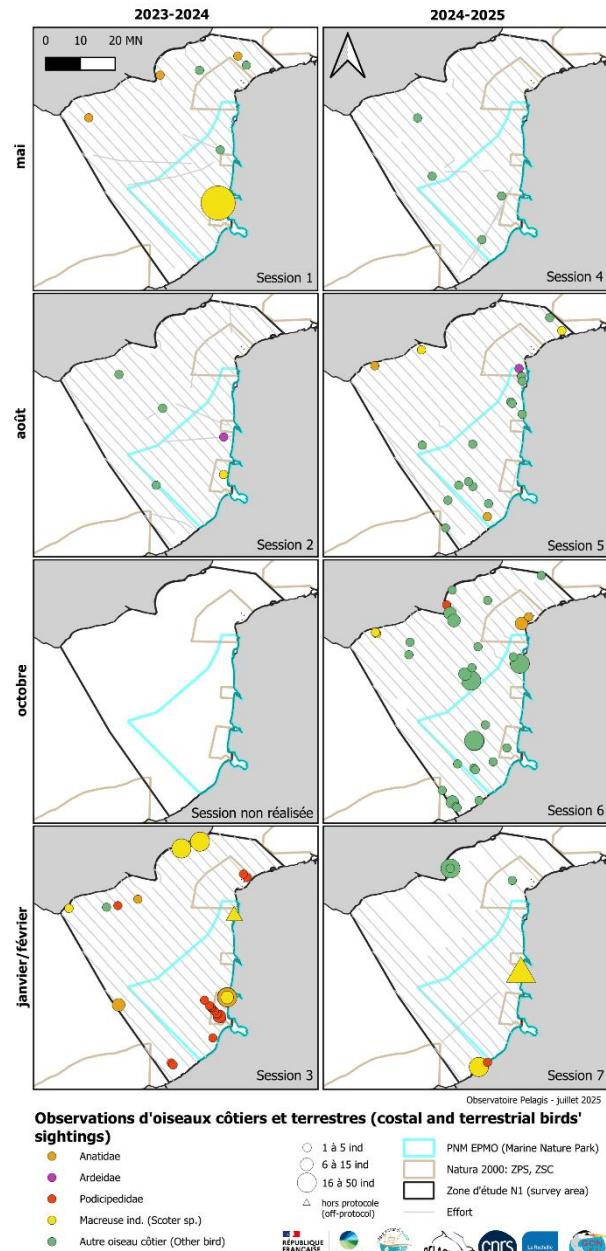
**Figure 48 (droite).** Taux d'observations (observations/km) de limicoles par sessions de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.

## Autres familles d'oiseaux côtiers et terrestres

Familles présentes : anatidé (canards, harles et oies), ardéidé (hérons et aigrettes), podicipédidé (grèbes).

Les autres oiseaux terrestres observés incluent notamment des hirondelles, des passereaux, des pigeons et des rapaces.

- ✓ Présence d'ardéidés et grèbes marquée le long des côtes, avec pics hivernaux de grèbes en baie de Somme et au niveau du cap Blanc-Nez ;
- ✓ Présence hivernale des macreuses, notamment autour de l'embouchure de l'Authie, ainsi qu'au sud de Douvres (2024) et au niveau du Tréport (2025). Pic printanier entre les baies d'Authie et de Canche en 2023.

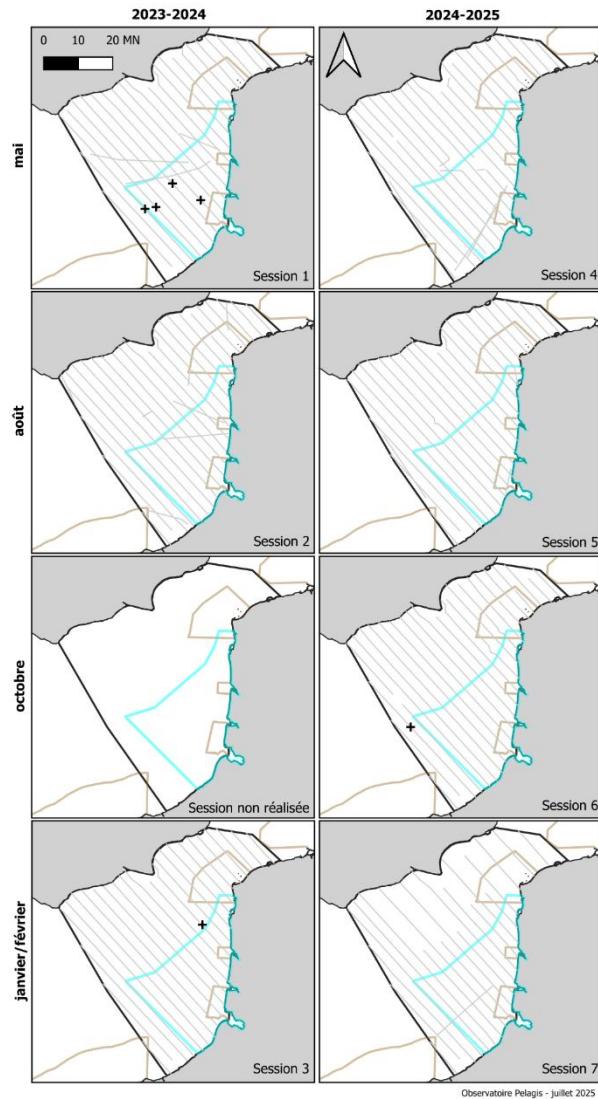


**Figure 49.** Observations d'autres oiseaux côtiers et terrestres collectées par session de la campagne MAMO.

## OISEAUX MORTS

Les oiseaux morts à la dérive sont également relevés et si celle-ci est identifiée l'espèce est notée en commentaire.

- ✓ Six cadavres recensés, dont 4 au printemps, 1 en hiver et 1 en automne ;
- ✓ Présence sur la partie Sud de la zone.



**Observations en effort d'oiseaux morts (dead birds' sightings on effort)**

+

Oiseau mort (Dead bird)

PNM EPMO (Marine Nature Park)

Natura 2000: ZPS, ZSC

Zone d'étude N1 (survey area)

Effort



**Figure 50.** Observations d'oiseaux morts à la dérive collectées par session de la campagne MAMO.

## Les autres espèces de la mégafaune marine

Peu d'observations d'autres espèces marines ont été enregistrées lors des 7 sessions réalisées. Seuls quelques raies et requins indéterminés, quelques grands poissons et des bancs de petits poissons ainsi que des méduses ont été relevés. Etant donné leur faible occurrence, aucune carte de taux d'observation ou estimation de densité n'a été réalisée. La synthèse des effectifs et des résultats de distribution est présentée sur le Tableau 14 et la Figure 51.

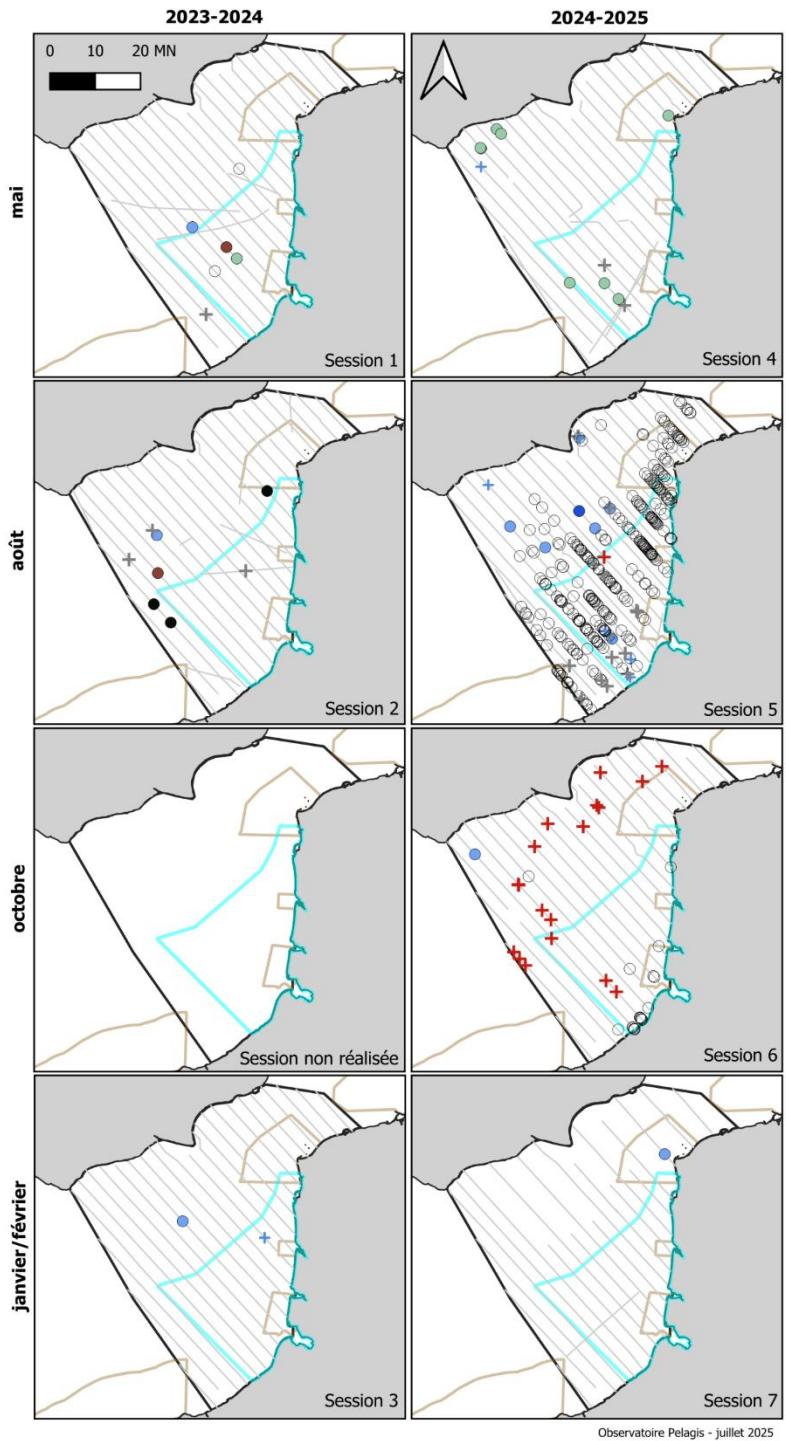
La diversité des espèces est plus importante au printemps et en été. Une présence particulièrement marquée de méduses a été observée durant l'été 2024, ce qui pourrait toutefois s'expliquer par la très faible turbidité de l'eau facilitant leur détection lors de cette session, en comparaison avec les autres périodes. Par ailleurs, une concentration notable de thonidés a été observée à l'automne, notamment autour du rail.

**Tableau 14.** Observations d'élasmodbranches, de poissons et méduses relevées en effort d'observation au cours des sessions de la campagne MAMO.

Session	Printemps		Eté		Automne		Hiver		Total
	2023	2024	2023	2024	2024	2024	2025		
	1	4	2	5	6	3	7		
Méduse ind.	2 (2)			314 (759)	20 (94)			336 (855)	
Petit poisson ind. (banc)*		1 (-)		6 (-)		2 (-)		9 (-)	
Grand poisson ind.	1 (1)	2 (2)	3 (14)	16 (81)				22 (98)	
Poisson-lune ( <i>Mola mola</i> )	1 (1)		1 (1)	5 (5)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	10 (10)	
Thon / Bonite ind.				1 (4)	18 (70)			19 (74)	
Thon rouge ( <i>Thunnus thynnus</i> )				1 (1)				1 (1)	
Raie ind.			3 (3)					3 (3)	
Requin ind.	1 (1)		1 (1)					2 (2)	
Requin peau-bleue ( <i>Prionace glauca</i> )				1 (1)				1 (1)	
Plancton ind. (concentration en surface)	1 (1)	8 (8)						9 (9)	
<b>Total</b>	<b>6 (6)</b>	<b>11 (10)</b>	<b>8 (19)</b>	<b>344 (851)</b>	<b>40 (166)</b>	<b>3 (1)</b>	<b>1 (1)</b>	<b>412 (1 053)</b>	

\*Les effectifs des bancs de petits poissons, difficiles à évaluer, ne sont pas comptabilisés.

**Figure 51.** Observations d'élasmodbranches, de poissons et méduses collectées par session de la campagne MAMO.



**Observations en effort d'autres espèces marines  
(other marine species' sightings on effort)**

- |   |                                        |   |                              |
|---|----------------------------------------|---|------------------------------|
| + | Petit poisson ind. (Small Fish sp.)    | + | Prionace glauca              |
| + | Grand poisson ind. (Large Fish sp.)    | ● | Raie ind. (Ray sp.)          |
| + | Thon / Bonite ind. (Tuna / Bonito sp.) | ○ | Meduse ind. (Jelly fish sp.) |
| ○ | Mola mola                              | ○ | Plancton ind. (Plankton)     |
| ● | Requin ind. (Shark sp.)                |   |                              |
- PNM EPMO (Marine Nature Park)  
Natura 2000: ZPS, ZSC  
Zone d'étude N1 (survey area)  
Effort

## ***Les indices d'activités humaines***

Pendant les survols, divers éléments d'indices d'activités humaines sont observés et permettent d'évaluer les impacts des activités humaines, notamment la pêche et la plaisance, ainsi que la présence de déchets marins dans la zone d'étude.

Les macrodéchets flottants comprennent des objets visibles à la surface de la mer, tels que des plastiques, des morceaux de bois comme des palettes, et d'autres débris reconnaissables depuis une altitude de 180 mètres. Les déchets de pêche sont distingués et sont souvent des fragments de filets ou de cordages qui peuvent flotter à la surface et s'emmêler.

Les bouées de pêche indiquent la présence d'engins de pêche passifs comme des filets, des palangres, ou des casiers en position de pêche.

Les navires observés incluent des bateaux de pêche et des navires de plaisance. L'activité de pêche peut être évaluée en fonction de la présence de navires dans la zone, des bouées signalant des engins de pêche, et de la présence de déchets de pêche flottants. Les navires sont classés selon leur type d'activité (arts dormants ou trainants) lorsque leur comportement est clairement identifiable. L'activité de plaisance peut être également évaluée par les observations de navires de plaisance classées en différentes catégories (voile, moteur, ...).

Les déchets flottant en surface sont classés selon leur type (plastique, bois, etc.) et leur origine potentielle, y compris les déchets provenant de l'activité de pêche comme les bacs de criée. Les objets non identifiés de petite taille, notamment de couleur blanche, ne sont pas relevés s'ils ne peuvent être clairement distingués depuis l'altitude des survols.

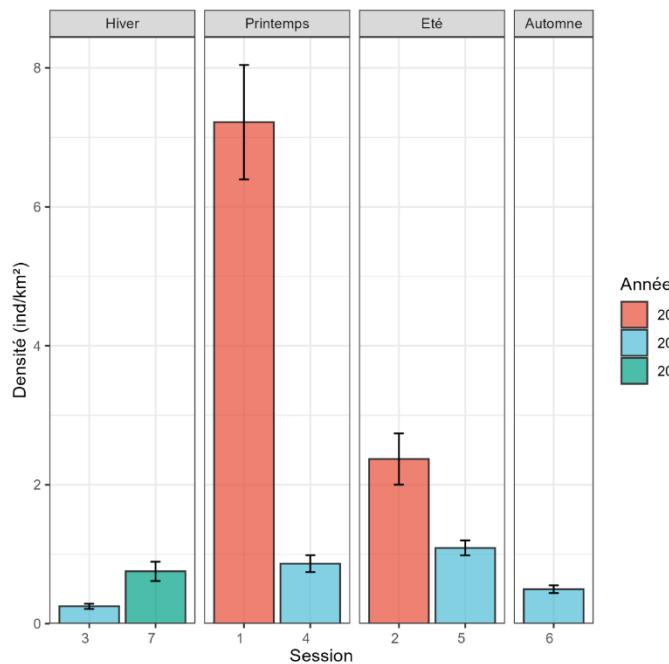
La synthèse des résultats de distribution et l'évolution saisonnière de leur densité est présentée à la suite par classes d'objets (Tableau 15, Figure 52 à Figure 64). Les résultats complets des analyses CDS (*Conventional Distance Sampling*) sont en Annexe 5.

**Tableau 15.** Observations de macrodéchets, bouées de pêche et bateaux relevées en effort d'observation au cours des sessions de la campagne MAMO.

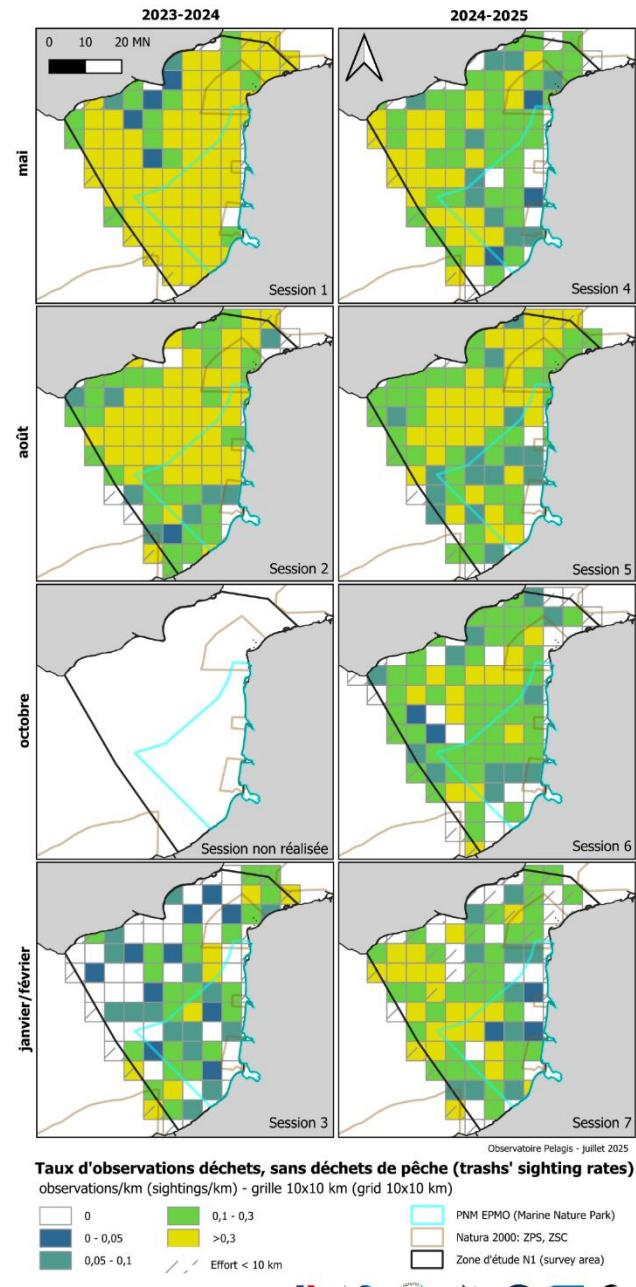
Session	Printemps		Eté		Automne		Hiver		Total
	2023	2024	2023	2024	2024	2024	2025		
	1	4	2	5	6	3	7		
Déchets	1 235 (4 687)	382 (595)	701 (1 609)	545 (771)	269 (335)	141 (165)	274 (407)	3 547 (8 569)	
Déchets de pêche	14 (14)	26 (26)	14 (14)	5 (5)	12 (12)	6 (6)	5 (5)	82 (82)	
Bouée de pêche	103 (110)	92 (118)	57 (58)	68 (73)	46 (49)	38 (38)	26 (26)	430 (472)	
Bateau de pêche	5 (5)		17 (17)	9 (9)	10 (10)	3 (3)	7 (7)	71 (71)	
Bateau de commerce	13 (13)	15 (15)	8 (8)	9 (9)	10 (10)	9 (9)	7 (7)	71 (71)	
Bateau de plaisance	14 (16)	11 (14)	44 (48)	34 (35)	13 (14)	4 (4)		120 (131)	
Bateau de l'Etat			3 (3)	1 (1)			1 (1)	5 (5)	
Bateau de service			1 (1)	2 (2)	1 (1)	1 (1)		5 (5)	
Plateforme				1 (1)	1 (1)			2 (2)	
<b>Total</b>	<b>1 384 (4 845)</b>	<b>526 (768)</b>	<b>845 (1 758)</b>	<b>673 (905)</b>	<b>363 (433)</b>	<b>202 (226)</b>	<b>319 (452)</b>	<b>4 318 (9 393)</b>	

## DECHETS (AUTRES QUE DECHETS DE PECHE)

- ✓ Présence en surface toute l'année sur toute la zone d'étude, mais plus marquée au printemps et en été ;
- ✓ Cependant, les résultats de la première session (printemps 2023) sont probablement surestimés, avec pour certaines observations une confusion probable avec des os de seiche ;
- ✓ Distribution spatiale révélant une présence plus marquée vers le large qu'à la côte et à l'Est de la zone.



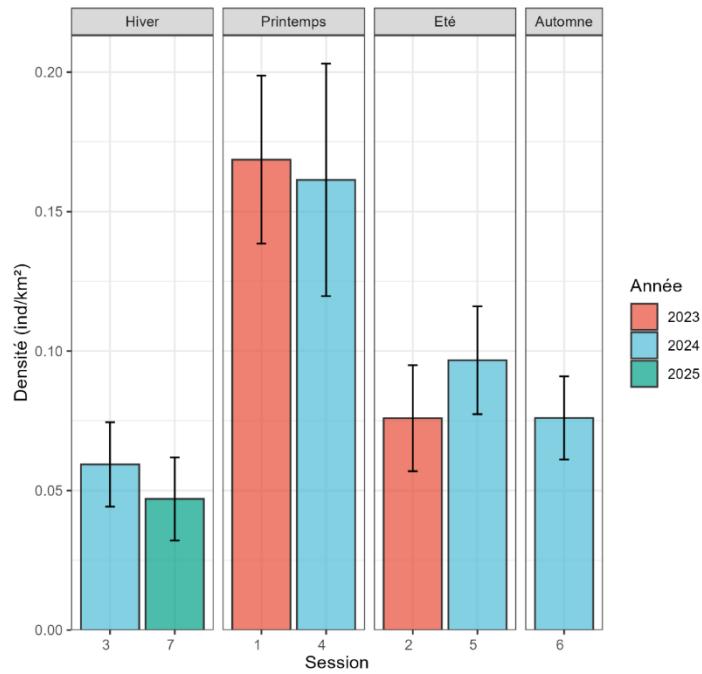
**Figure 52 (gauche).** Densités de déchets, autres que déchets de pêche (objets.km<sup>2</sup>) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.



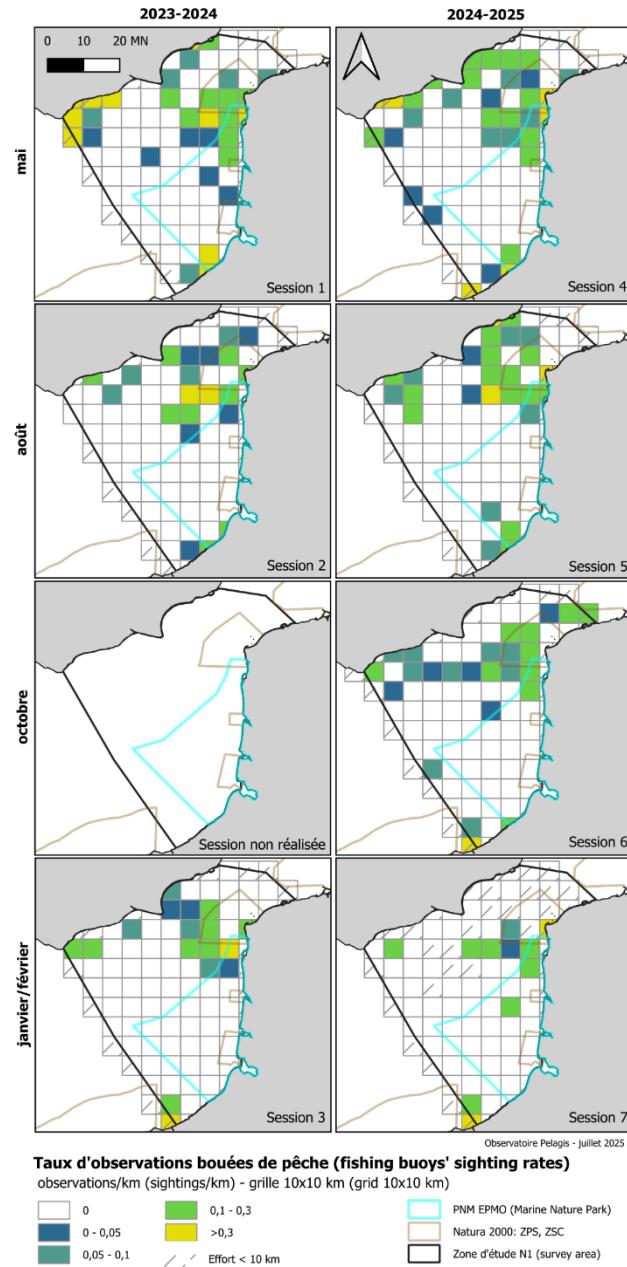
**Figure 53 (droite).** Taux d'observations (objets/km) de déchets, autres que déchets de pêche par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.

### Bouées de pêche

- ✓ Un minimum en hiver, un maximum au printemps avec 0.16 bouées/km<sup>2</sup> (CV<26%) et une bonne stabilité interannuelle ;
- ✓ Présence plus marquée dans le détroit de Douvre et au nord du périmètre du Parc, quelle que soit la saison.



**Figure 54 (gauche).** Densités de bouées de pêche (objets.km<sup>2</sup>) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.



## Bateaux et déchets de pêche

- ✓ Densité plus marquée en été et automne ;
- ✓ La répartition des chalutiers semble davantage concentrée au sud de la zone alors que celle des bateaux d'arts dormants se localisent plutôt au nord ;
- ✓ Globalement les eaux françaises sont plus fréquentées, ce qui pourrait expliquer le pic de l'hiver 2025 où l'effort a été moindre dans les eaux anglaises ;
- ✓ Davantage de déchets de pêche en hiver, répartition plutôt au large toute l'année.

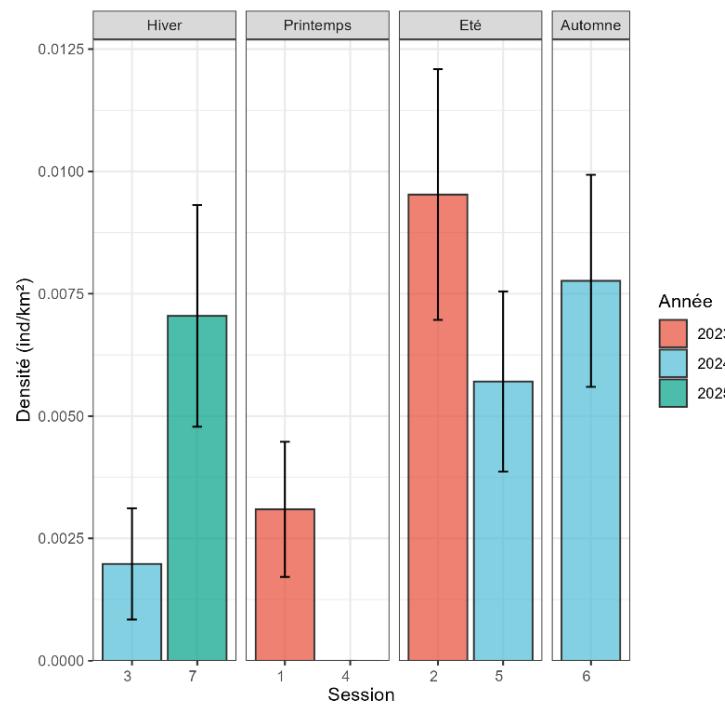
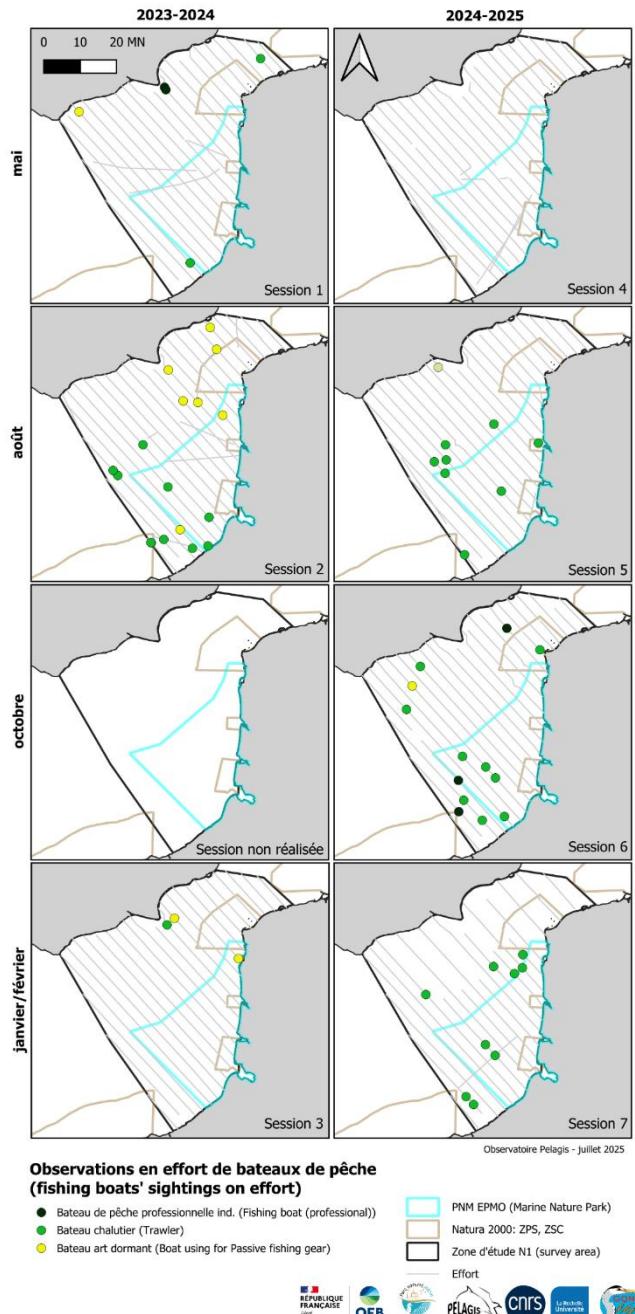
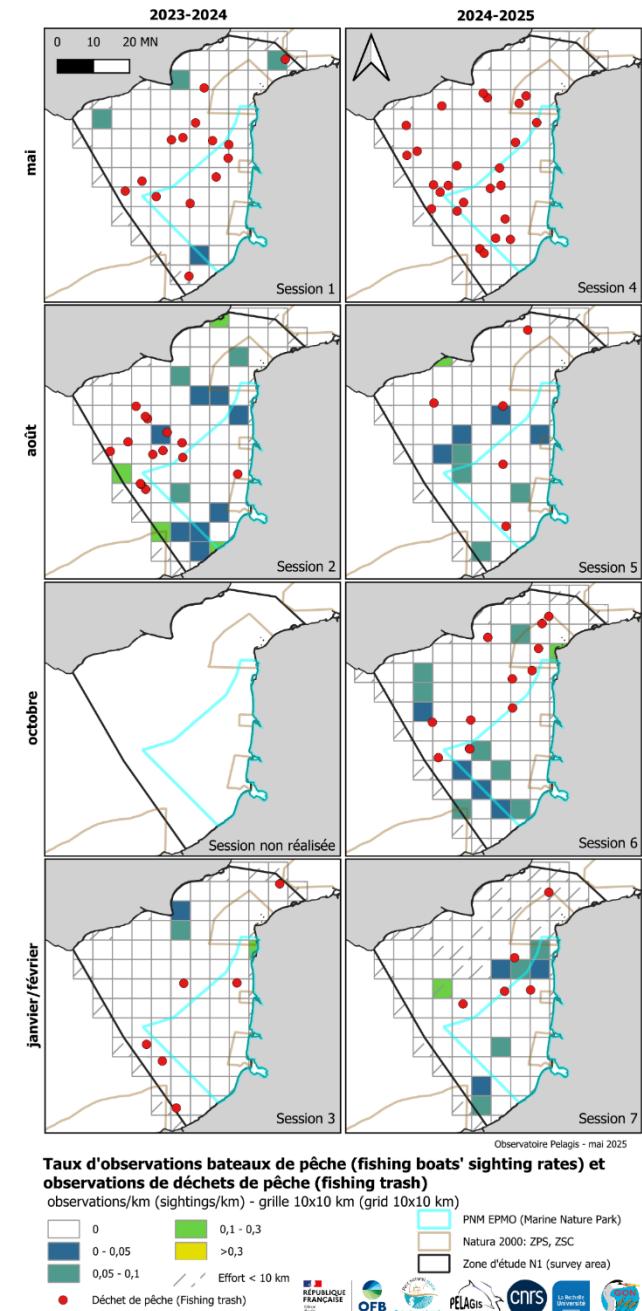


Figure 56 (gauche). Densités de bateaux de pêche (objets.km<sup>2</sup>) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.

Figure 57 (droite). Observations de bateaux de pêche par catégories collectées par session de la campagne MAMO.

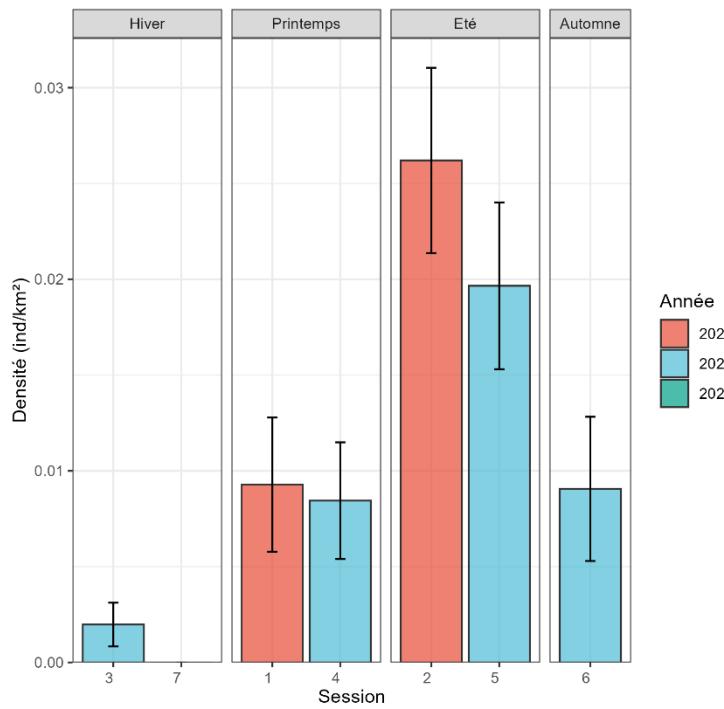


**Figure 58.** Taux d'observations (objets/km) de bateaux de pêche et observations de déchets de pêche par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.

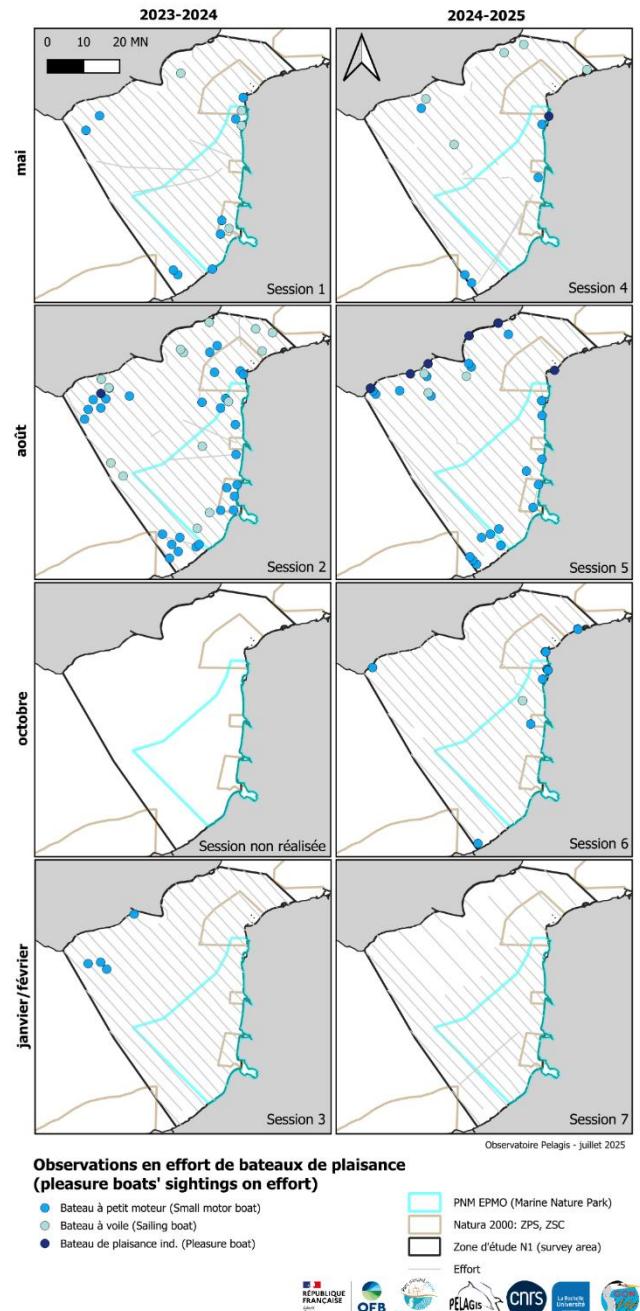


## BATEAUX DE PLAISANCE

- ✓ Pic de présence en été, avec très peu de variations interannuelles ;
- ✓ Une majorité de bateaux à moteur sont observés parmi les bateaux de plaisance, sauf en été où le nombre de bateaux à voile augmente ;
- ✓ Répartition plutôt côtière ; sauf en été où la répartition s'étend un peu plus au large.

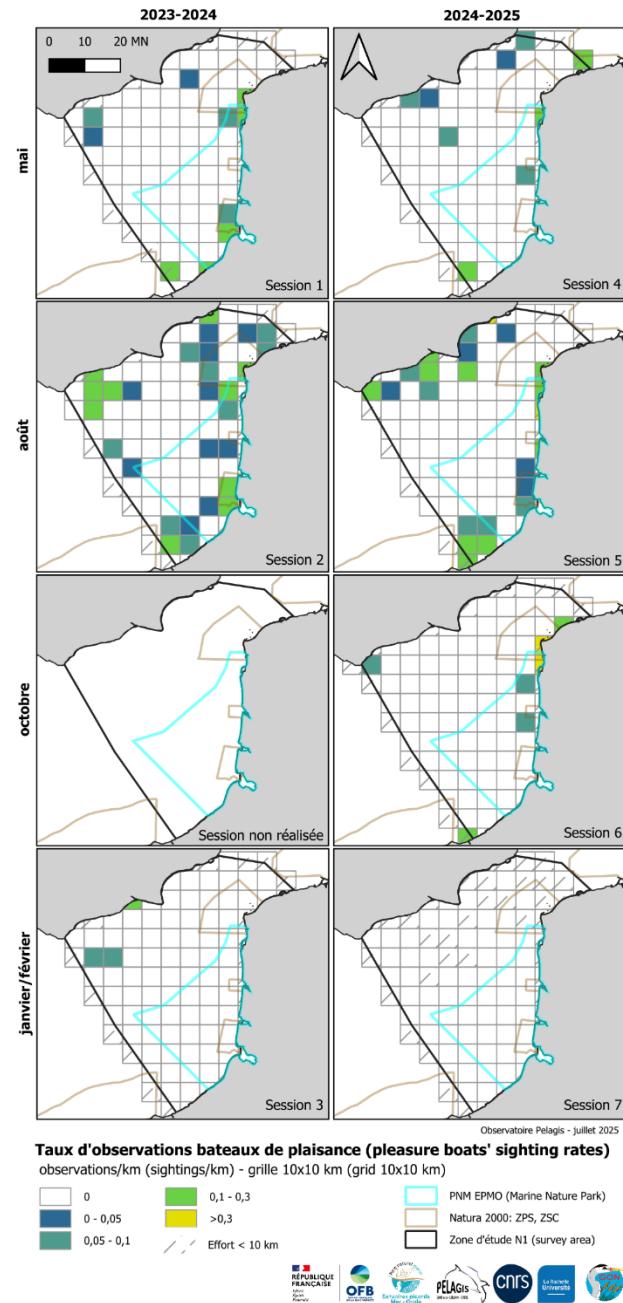


**Figure 59 (gauche).** Densités de bateaux de plaisance (objets.km<sup>2</sup>) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.



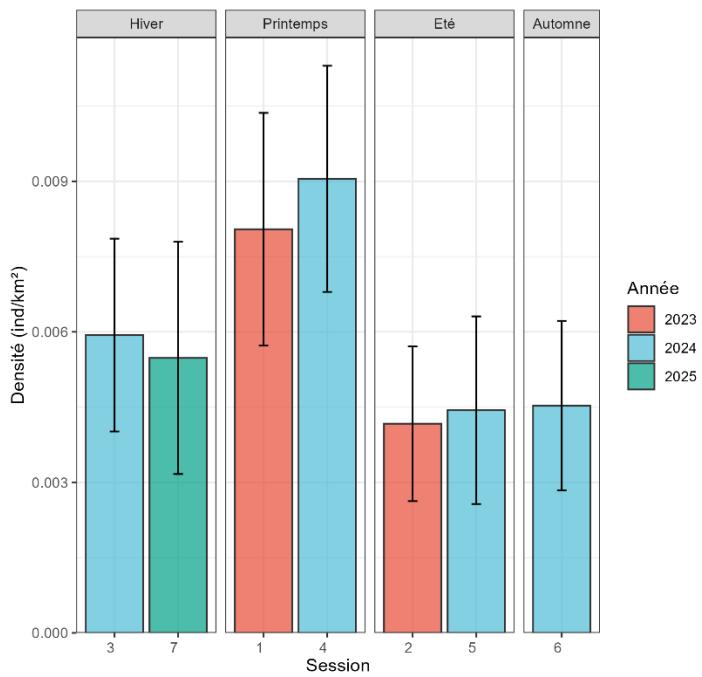
**Figure 60 (droite).** Observations de bateaux de plaisance par catégories collectées par session de la campagne MAMO.

**Figure 61.** Taux d'observations (bateau/km) de bateaux de plaisance par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.

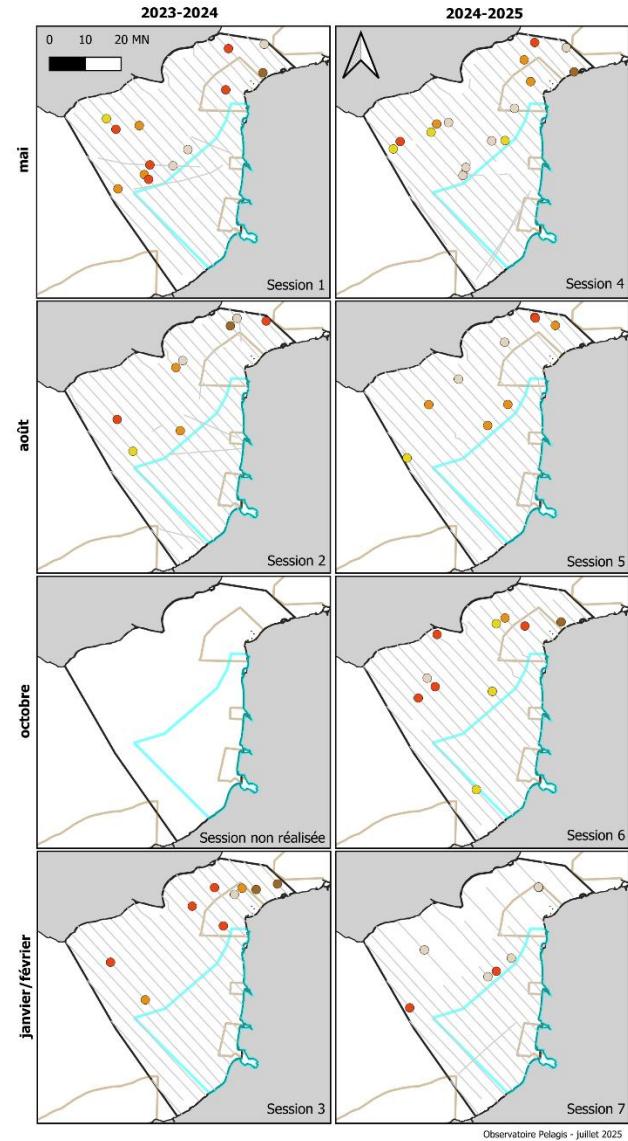


## BATEAUX DE COMMERCE

- ✓ Pic de présence au printemps ;
- ✓ Pas de variation interannuelle ;
- ✓ Répartition à proximité du DST (dispositif de séparation de trafic, rail) du Pas de Calais toute l'année.

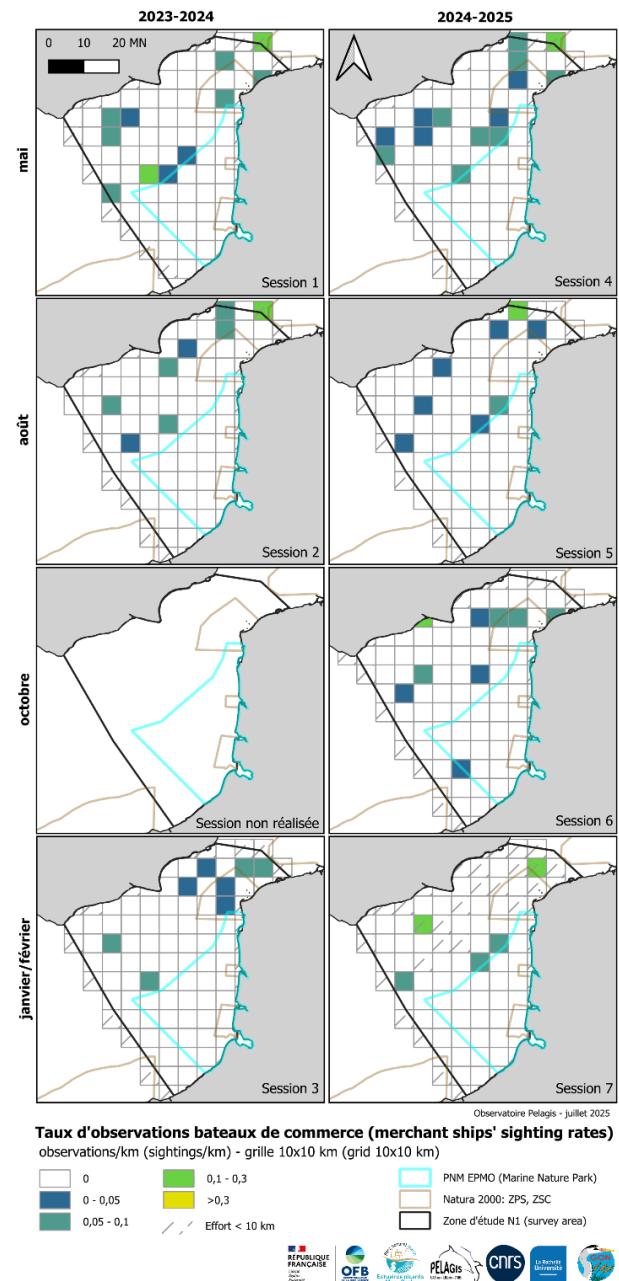


**Figure 62.** Densités de bateaux de commerce (objets.km<sup>2</sup>) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.



**Figure 63.** Observations de bateaux de commerce par catégories collectées par session de la campagne MAMO.

**Figure 64.** Taux d'observations (bateau/km) de bateaux de commerce par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.



## 4. VALORISATION ET COMMUNICATION

### **Pages dédiées sur les sites internet du PNM estuaires picards et de la mer d'Opale et de l'Observatoire Pelagis**

Des pages internet dédiées ont été mises en ligne sur les sites de l'Observatoire Pelagis (Figure 65) et du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale (Figure 66). Elles présentent le programme, ses objectifs, la méthodologie, ainsi que les partenaires impliqués. Ces pages mettent également à disposition l'ensemble des comptes rendus de sessions et des rapports produits dans le cadre du projet, disponibles en téléchargement. Elles sont consultables aux adresses suivantes :

- Observatoire Pelagis : <https://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr/pelagis-2/les-programmes/mamo/>
- PNM estuaires picards et de la mer d'Opale : <https://parc-marin-epmo.fr/editorial/connaitre-la-megafaune-marine-par-survol-aerien>



**Figure 65.** Capture d'écran de la page dédiée sur le site de l'observatoire Pelagis.



**Figure 66.** Capture d'écran de la page dédiée sur le site de du Parc.

## **Présentations du projet**

Lors de son lancement, le projet a fait l'objet de présentations à l'occasion de deux conférences nationales :

- le séminaire annuel du Réseau National Échouages, le 11 novembre 2022, par l'Observatoire Pelagis ;
- la réunion annuelle du Réseau National Oiseaux Marins, le 23 mars 2023, par l'Observatoire Pelagis et le Parc.

Ces interventions avaient pour objectif de présenter le programme et les résultats issus de la synthèse de données réalisée en amont du démarrage opérationnel du projet.

## **Blog de campagne**

Un blog de campagne a été mis en place sur la plateforme ArcGIS StoryMaps (Figure 67). Il a été alimenté à chaque session, avec des articles détaillant le déroulement des sessions et présentant un bilan des observations relevées. Le blog intègre également un lien vers une carte interactive de suivi des transects, mise à jour en temps réel via l'application ArcGIS Web et permettant de suivre visuellement l'avancement de la campagne. Ce support est accessible à l'adresse suivante :

<https://storymaps.arcgis.com/stories/5ca0a777a43b4d0bb8280597bb702ff9>



Session n°7 (Hiver 2025) Session n°6 (Automne 2024) Session n°5 (Eté 2024) Session n°4 (Printemps 2024) Session n°3 (Hiver 2024) Pas de session en Automne 2023 Session n°2 (Printemps 2023)

## Session n°7 (Hiver 2025)

10/01/2025 - Nouvelle et dernière session du programme. On suit de près les prévisions météo pour le début de la période mais même si la situation anticyclonique prévoit très peu de vent dans les prochains jours, les prévisions de brume ne sont pas encourageantes.

20/01/2025 - Après la brume persistante c'est maintenant une suite de systèmes dépressionnaires, provoquant beaucoup de vent, qui arrive sur la Manche et nous empêche de déclencher la session. Stand by pour l'instant...

10/02/2025 - C'est parti, on lance ! Le créneau est incertain, mais le calendrier étant trop avancé, il n'est plus possible d'attendre.

11/02/2025 – Le créneau est court mais nous avons toutes

**Figure 67.** Capture d'écran du blog de campagne.

## CONCLUSION

Le démarrage de la campagne de survols, initialement planifiée pour l'automne 2022, a été reportée au printemps 2023 en raison de nécessités administratives liées aux autorisations de vol dans les eaux anglaises et à la coordination des vols de drones dans la zone. Les sessions de survol ont finalement eu lieu en mai 2023, août 2023, janvier 2024, mai 2024, août 2024, octobre 2024 et février 2025. La session d'automne 2023 n'a pu être réalisée en raison de conditions météorologiques défavorables. Par ailleurs, faute de disponibilité d'un avion équipé d'une trappe, le déploiement du dispositif digital STORMM a été décalé aux 4 dernières sessions (printemps 2024 à l'hiver 2025) au lieu des automnes-hivers des deux années de suivi.

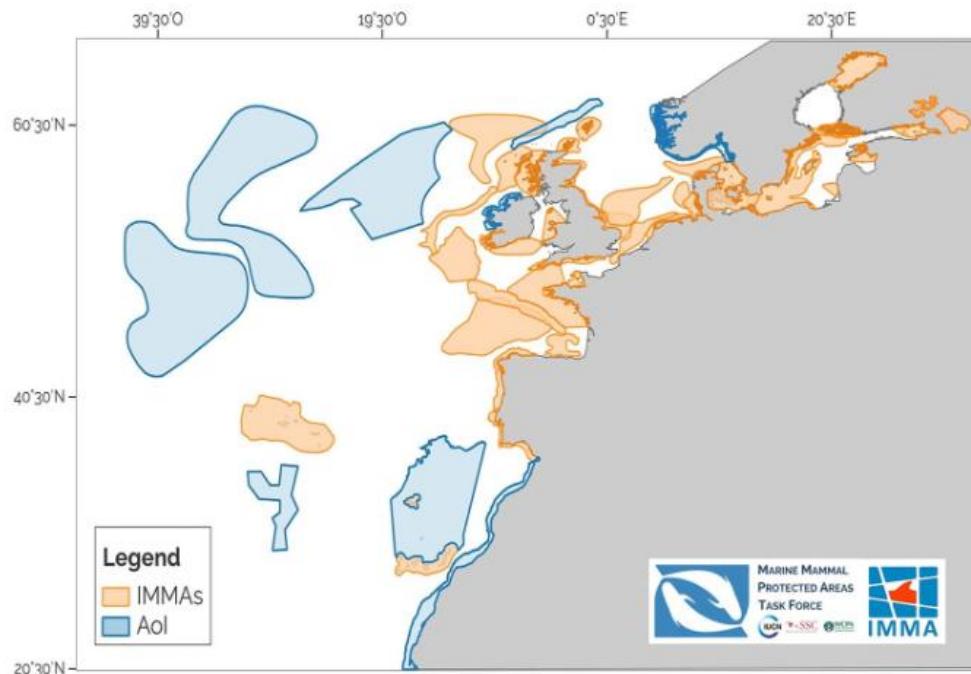
Les conditions météorologiques instables, et les ajustements de planning pour la surveillance par drone en Angleterre et en France ont demandé aux équipes scientifique et aéronautique une grande souplesse. Cette adaptabilité a permis de couvrir la totalité des plans d'échantillonnage prévisionnels, à l'exception de la session 7, sans qu'il ne soit nécessaire de recourir à l'option d'échantillonnage limité aux eaux françaises.

Les 7 sessions réalisées au cours des deux années de suivis fournissent un jeu de données considérable pour la connaissance de la mégafaune dans cette zone. En effet, l'ensemble des sessions a généré plus de 18 300 observations. Les survols ont confirmé l'importance de la période hivernale pour la mégafaune, période pendant laquelle le nombre d'observations est significativement plus élevé. Parmi les mammifères marins, les espèces les plus fréquemment observées sont le marsouin commun et les phoques, avec des densités maximales en hiver. Dès la première session, une présence importante de marsouins a été identifiée, ce qui a conduit à étendre vers le Sud la proposition d'une zone importante pour les mammifères marins (Southern North Sea and Eastern Channel Seasonal Aggregation), zone désormais reconnue comme IMMA (Important Marine Mammal Area, <https://www.marinemammalhabitat.org/imma-eatlas/>) dans la zone (Figure 68). Les observations fréquentes de phoques en mer ont également apporté des informations complémentaires aux suivis télémétriques, permettant une meilleure connaissance de leur distribution en mer. A noter la présence régulière de dauphins communs à l'ouest du Parc.

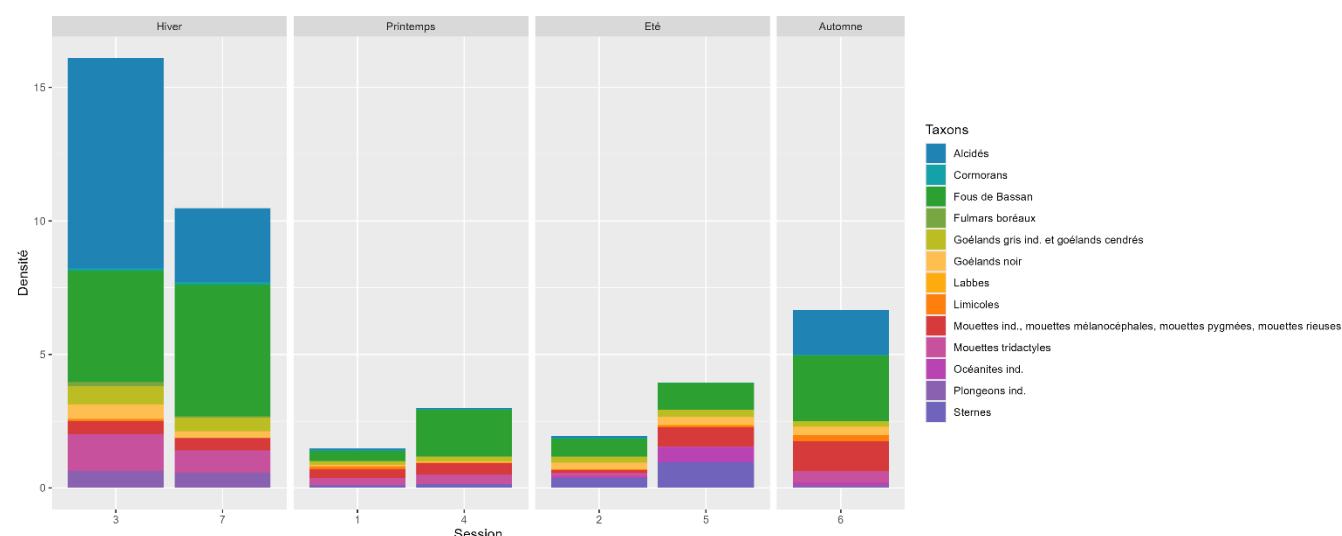
Pour les oiseaux marins, les densités maximales sont également observées en hiver (Figure 69). Les espèces les plus rencontrées sont les alcidés (guillemots et pingouins), le fou de Bassan, la mouette tridactyle et les grands goélands (bruns, marins, argentés). Ces espèces sont plus abondantes en automne et en hiver dans la zone, en particulier les alcidés dont la saisonnalité hivernale est très marquée. De nombreuses espèces, notamment les laridés, apparaissent moins en mer en été et au printemps alors qu'elles se reproduisent sur la côte. Seuls les fous et les océanites fréquentent encore bien les eaux du large en cette saison alors que les sternes sont abondantes en zone côtière.

Les observations d'autres espèces de faune marine ont été moins fréquentes, incluant quelques raies, requins indéterminés, grands poissons, bancs de petits poissons, et quelques rares méduses probablement liées à leur faible détectabilité en surface selon la turbidité des eaux. En ce qui concerne les activités humaines observées, elles présentent des densités plus élevées au printemps et en été. Les macrodéchets flottants sont principalement localisés en haute mer, loin des côtes, tandis que les navires sont davantage observés près des côtes pendant l'été. Les bouées de pêche sont plus fréquemment observées au printemps et montrent des résultats très stables sur les deux années.

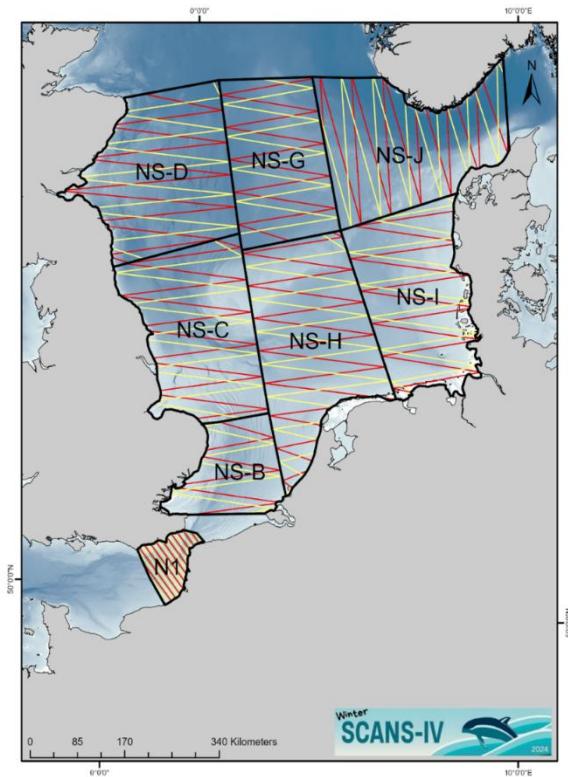
Ces informations soulignent l'importance cruciale de la période hivernale pour la conservation des mammifères marins et des oiseaux dans la zone étudiée. Il est à noter que la session 3, réalisée durant l'hiver 2024, a été réalisée conjointement à la couverture hivernale de la campagne *winterSCANS* en mer du Nord, sous la coordination d'Anita Gilles de l'Université d'Hanovre (Figure 70, Ramirez-Martinez et al., 2025).



**Figure 68.** Désignation des IMMAS (Important Marine Mammal Areas) dans l'Atlantique Nord Est en février 2024, suite à l'atelier ([www.marinemammalhabitat.org](http://www.marinemammalhabitat.org)).



**Figure 69.** Cumul des densités des principaux taxons d'oiseaux marins observés par saison (et session).



**Figure 70.** Plan prévisionnel de la campagne SCANS IV hivernale 2024 et session MAMO hiver 2024.

## REFERENCES

### LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

#### *Tableaux*

<b>Tableau 1.</b> Traitement digital réalisé par session de la campagne MAMO .....	13
<b>Tableau 2.</b> Récapitulatifs des filtres appliqués pour chaque étape des analyses ou représentation. ....	17
<b>Tableau 3.</b> Bilan global de réalisation des sessions de la campagne MAMO. ....	18
<b>Tableau 4.</b> Bilan des heures de vol (HDV) pour chacune des sessions de la campagne MAMO. ....	20
<b>Tableau 5.</b> Effort d'observation prévu et réalisé en kilomètres et heures de vol (HDV) pour chacune des sessions réalisées de la campagne MAMO. ....	21
<b>Tableau 6.</b> Effort d'observation prévu et réalisé en kilomètres et heures de vol (HDV) cumulé pour chacun des plans d'échantillonnage couverts au cours des sessions réalisées de la campagne MAMO. ....	21
<b>Tableau 7.</b> Bilan des sessions avec utilisation de STORMM en simultané de l'observation visuelle .....	22
<b>Tableau 8.</b> Bilan du croisement des observations visuelles et digitales par groupe taxonomique. ....	26
<b>Tableau 9.</b> Statut de l'identification des observations recapturées par taxon après analyse des photos.....	27
<b>Tableau 10.</b> Composition des observations et taux d'identification de mammifères marins : avant et après analyse digitale. ....	28
<b>Tableau 11.</b> Composition des observations et taux d'identification des oiseaux marins avant et après analyse digitale (en gris les taxons non ciblés prioritairement).....	31
<b>Tableau 12.</b> Observations de mammifères marins (et nombre d'individus) relevées en effort d'observation au cours des sessions de la campagne MAMO.....	33
<b>Tableau 13.</b> Observations d'oiseaux marins, côtiers et terrestres (et nombre d'individus) relevées en effort d'observation au cours des sessions de la campagne MAMO. ....	39
<b>Tableau 14.</b> Observations d'élaemobranches, de poissons et méduses relevées en effort d'observation au cours des sessions de la campagne MAMO. ....	57
<b>Tableau 15.</b> Observations de macrodéchets, bouées de pêche et bateaux relevées en effort d'observation au cours des sessions de la campagne MAMO.....	60

## Figures

<b>Figure 1.</b> Zone d'étude du projet MAMO, périmètre du PNM, ZPS (Zones de Protection Spéciale) et nouvelle zone importante pour les mammifères marins (IMMA, <a href="http://www.marinemammalhabitat.org">www.marinemammalhabitat.org</a> ).....	6
<b>Figure 2.</b> Calendrier de réalisation des sessions de la campagne MAMO.....	7
<b>Figure 3.</b> Etendue de la zone d'étude et plan d'échantillonnage prévisionnel des survols MAMO (à droite, option partie française uniquement avec zones complémentaires latérales).....	8
<b>Figure 4.</b> Zone d'observation et distances correspondantes à la surface pour les différents types de mégafaune marine (d'après une illustration de Mathieu Nivesse - OFB) .....	9
<b>Figure 5.</b> Observateur en effort d'observation dans le hublot bulle à gauche et navigateur à la saisie au milieu et à droite. ....	10
<b>Figure 6.</b> Modèle d'avion de la compagnie Pixair Survey utilisé au cours de la campagne MAMO : Britten Norman 2. ....	11
<b>Figure 7.</b> Couplage des acquisitions visuelle et digitale au cours d'un même vol.....	12
<b>Figure 8.</b> Schéma de préparation et traitement des données à l'aide du PlugIn QGIS PelaSIG et du package R Pelaverse.....	16
<b>Figure 9.</b> Carte de la zone d'étude, des transects (plan standard) et des zones d'opérations approximatives des drones anglais (orange) et français (jaune).....	19
<b>Figure 10.</b> Effort visuel et digital réalisés au cours des sessions de la campagne MAMO.....	23
<b>Figure 11.</b> Pourcentage du temps passé en observation en fonction de l'état de la mer (en Beaufort) par saison pour chacune des sessions de la campagne MAMO. ....	24
<b>Figure 12.</b> Echantillonnage réalisé en fonction de l'état de la mer (échelle de Beaufort) rencontré au cours des sessions de la campagne MAMO. ....	25
<b>Figure 13.</b> Exemples d'images capturées avec le système STORMM.....	26
<b>Figure 14.</b> Composition des observations de phoques avant et après analyse digitale.....	28
<b>Figure 15.</b> Composition des observations de mouettes avant et après analyse digitale, toutes sessions avec acquisition digitales confondues.....	30
<b>Figure 16.</b> Composition des observations de sternes avant et après analyse digitale, toutes sessions avec acquisition digitales confondues.....	30
<b>Figure 17.</b> Taux d'observations (observations/km) de mammifères marins (toutes espèces confondues) par les sessions de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km. ....	34
<b>Figure 18 (gauche).</b> Densités de marsouins communs (individus.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses MCDS sur toute la zone d'étude par sessions de la campagne MAMO.....	35

<b>Figure 19 (droite).</b> Taux d'observations (observations/km) de marsouins communs par sessions de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km et observations hors protocole d'observation. ....	35
<b>Figure 20 (gauche).</b> Densités de phoques indéterminés, gris et communs (individus.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses MCDS sur toute la zone d'étude par sessions de la campagne MAMO. ....	36
<b>Figure 21 (droite).</b> Taux d'observations (observations/km) de phoques indéterminés, gris et veaux-marins par sessions de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km et observations hors protocole d'observation. ....	36
<b>Figure 22.</b> Observations des autres espèces de mammifères marins collectées en effort au cours des sessions de la campagne MAMO. ....	37
<b>Figure 23.</b> Taux d'observations (observations/km) d'oiseaux (toutes espèces confondues) pour les sessions de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km. ....	38
<b>Figure 24 (gauche).</b> Densités d'alcidés indéterminés (individus.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses CDS sur toute la zone d'étude par sessions de la campagne MAMO. ....	41
<b>Figure 25 (droite).</b> Taux d'observations (observations/km) d'alcidés par sessions de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km. ....	41
<b>Figure 26 (gauche).</b> Densités de fous de Bassan (individus.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO. ....	42
<b>Figure 27 (droite).</b> Taux d'observations (observations/km) de fous de Bassan par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km et observation d'individus immatures. ....	42
<b>Figure 28 (gauche).</b> Densités de labbes (individus.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO. ....	43
<b>Figure 29 (droite).</b> Observations de labbes collectées par session de la campagne MAMO. ....	43
<b>Figure 30 (gauche).</b> Densités de goélands « noirs » (individus.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO. ....	44
<b>Figure 31 (droite).</b> Taux d'observations (observations/km) de goélands « noirs » par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km. ....	44
<b>Figure 32 (gauche).</b> Densités de goélands « gris » (individus.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO. ....	45
<b>Figure 33 (droite).</b> Taux d'observations (observations/km) de goélands « gris » par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km. ....	45
<b>Figure 34 (gauche).</b> Densités de mouettes tridactyles (individus.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO. ....	46
<b>Figure 35 (droite).</b> Taux d'observations (observations/km) de mouettes tridactyles par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km. ....	46

<b>Figure 36 (gauche).</b> Densités de mouettes hors mouettes tridactyles (individus.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.....	47
<b>Figure 37 (droite).</b> Taux d'observations (observations/km) de mouettes hors mouettes tridactyles par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.....	47
<b>Figure 38 (gauche).</b> Densités de sternes (individus.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO .....	48
<b>Figure 39 (droite).</b> Taux d'observations (observations/km) de sternes par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.....	48
<b>Figure 40 (gauche).</b> Densités de fulmars boréaux (individus.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.....	49
<b>Figure 41 (droite).</b> Taux d'observations (observations/km) de fulmars boréaux par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.....	49
<b>Figure 42.</b> Densités d'océanites (individus.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO 2023-24.....	50
<b>Figure 43.</b> Observations des puffins et océanites collectées par session de la campagne MAMO.....	51
<b>Figure 44 (gauche).</b> Densités de cormorans (individus.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par sessions de la campagne MAMO. ....	52
<b>Figure 45 (droite).</b> Taux d'observations (observations/km) de cormorans par sessions de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.....	52
<b>Figure 46 (gauche).</b> Densités de plongeons (individus.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par sessions de la campagne MAMO. ....	53
<b>Figure 47 (droite).</b> Taux d'observations (observations/km) de plongeons par sessions de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.....	53
<b>Figure 48 (droite).</b> Taux d'observations (observations/km) de limicoles par sessions de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.....	54
<b>Figure 49.</b> Observations d'autres oiseaux côtiers et terrestres collectées par session de la campagne MAMO. ....	55
<b>Figure 50.</b> Observations d'oiseaux morts à la dérive collectées par session de la campagne MAMO. ....	56
<b>Figure 51.</b> Observations d'élasmodranches, de poissons et méduses collectées par session de la campagne MAMO. ....	58
<b>Figure 52 (gauche).</b> Densités de déchets, autres que déchets de pêche (objets.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.....	61

<b>Figure 53 (droite).</b> Taux d'observations (objets/km) de déchets, autres que déchets de pêche par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.....	61
<b>Figure 54 (gauche).</b> Densités de bouées de pêche (objets.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.....	62
<b>Figure 55 (droite).</b> Taux d'observations (objets/km) de bouées de pêche par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.....	62
<b>Figure 56 (gauche).</b> Densités de bateaux de pêche (objets.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.....	63
<b>Figure 57 (droite).</b> Observations de bateaux de pêche par catégories collectées par session de la campagne MAMO. ....	63
<b>Figure 58.</b> Taux d'observations (objets/km) de bateaux de pêche et observations de déchets de pêche par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km. ....	64
<b>Figure 59 (gauche).</b> Densités de bateaux de plaisance (objets.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO.....	65
<b>Figure 60 (droite).</b> Observations de bateaux de plaisance par catégories collectées par session de la campagne MAMO. ....	65
<b>Figure 61.</b> Taux d'observations (bateau/km) de bateaux de plaisance par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.....	66
<b>Figure 62.</b> Densités de bateaux de commerce (objets.km <sup>2</sup> ) estimées par analyses CDS sur toute la zone par session de la campagne MAMO. ....	67
<b>Figure 63.</b> Observations de bateaux de commerce par catégories collectées par session de la campagne MAMO.67	
<b>Figure 64.</b> Taux d'observations (bateau/km) de bateaux de commerce par session de la campagne MAMO, sur une grille de 10x10 km.....	68
<b>Figure 65.</b> Capture d'écran de la page dédiée sur le site de l'observatoire Pelagis. ....	69
<b>Figure 66.</b> Capture d'écran de la page dédiée sur le site de du Parc. ....	69
<b>Figure 67.</b> Capture d'écran du blog de campagne. ....	70
<b>Figure 68.</b> Désignation des IMMAs (Important Marine Mammal Areas) dans l'Atlantique Nord Est en février 2024, suite à l'atelier ( <a href="http://www.marinemammalhabitat.org">www.marinemammalhabitat.org</a> ).....	72
<b>Figure 69.</b> Cumul des densités des principaux taxons d'oiseaux marins observés par saison (et session). ....	72
<b>Figure 70.</b> Plan prévisionnel de la campagne SCANS IV hivernale 2024 et session MAMO hiver 2024. ....	73

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- Authier, M., Dorémus, G., van Canneyt, O., Boubert, J.-J., Gautier, G., Doray, M., Duhamel, E., Masse, J., Petitgas, P., Ridoux, V., Spitz, J., 2018. Exploring change in the relative abundance of marine megafauna in the Bay of Biscay, 2004–2016. *Progress in Oceanography* 166, 159–167. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2017.09.014>
- Blanchard, A., Laran, S., Williams, G., Van Canneyt, O., Genu, M., Sanchez, T., Doremus, G., Gamelin, 2023. Synthèse des données de l'Observatoire PELAGIS au sein du PNM des estuaires picards et de la mer d'Opale.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, H.P., Laake, J.L., D.L., B., Thomas, L., 2001. Introduction to distance sampling: Estimating abundance of biological populations.
- Doremus, G., Laran, S., Van Canneyt, O., 2014. Guide méthodologique des campagnes d'observation aérienne de la mégafaune marine. Programme REMMOA: Recensement des Mammifères marins et autre Mégafaune pélagique par Observation Aérienne, Cahier technique de l'Observatoire Pelagis. Observatoire Pelagis (UMS 3462 - La Rochelle Université et CNRS).
- Genu, M., Authier, M., 2023. Pelaverse, in: <https://gitlab.univ-lr.fr/pelaverse>. Pelagis Observatory (UAR 3462, La Rochelle University - CNRS).
- Lambert, C., Authier, M., Dorémus, G., Gilles, A., Hammond, P., Laran, S., Ricart, A., Ridoux, V., Scheidat, M., Spitz, J., Van Canneyt, O., 2019. The effect of a multi-target protocol on cetacean detection and abundance estimation in aerial surveys. *Royal Society Open Science* 6, 19029. <https://doi.org/10.1098/rsos.190296>
- Marques, F.F.C., Buckland, S.T., 2004. Covariate models for the detection function. *Advanced Distance Sampling*.
- Miller, D.L., Rexstad, E., Thomas, L., Marshall, L., Laake, J.L., 2019. Distance Sampling in R. *Journal of Statistical Software*.
- Nivière, A., Blanchard, A., Iraifi, O., Van Canneyt, O., Dorémus, G., Spitz, J., Mansoux, B., Panigada, S., Laran, S., 2024. PelaSIG, a QGIS plugin for marine megafauna census: application to the aerial ACCOBAMS Survey Initiative (ASI) dataset. *Front. Mar. Sci.* 10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1270335>
- Ramirez-Martinez, N., Hammond, P., Blanchard, A., Geelhoed, S., Laran, S., Taylor, N., Gilles, A., 2025. winterSCANS: Estimates of cetacean abundance in the southern North Sea in winter 2024. Final report published 9 May 2025.
- SAMMOA, Système d'Acquisition des données sur la Mégafaune Marine par Observations Aériennes/Observatoire Pelagis (UMS 3462, Université de La Rochelle / CNRS) & Code Lutin. <https://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr/les-outils/sammoa/>, 2022.
- Thomas, L., Buckland, S.T., Rexstad, E., Laake, J.L., Strindberg, S., Hedley, S.L., Bishop, J.R.B., Marques, F.F.C., Burnham, H.P., 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology*.
- R Core Team (2023). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

## ANNEXES

### Annexe 1. Détail des résultats du traitement digital des observations visuelles de mammifères matins

VISUEL		DIGITAL		
Nb obs	Taxon	Nb obs	Taxon	Status
6	Mammifère marin ind.	1	Phoque gris	specified
		1	Phoque ind.	specified
		2	Marsouin commun	specified
		2	<i>unusable</i>	<i>unusable</i>
5	Petit cétacé ind.	3	Marsouin commun	specified
		1	Thonidé ind.	corrected
		1	<i>unusable</i>	<i>unusable</i>
5	Dauphin commun	5	Dauphin commun	confirmed
1	Grand dauphin	1	Grand dauphin	confirmed
173	Marsouin commun	151	Marsouin commun	confirmed
		2	Phoque gris	corrected
		1	Phoque ind.	corrected
		19	<i>unusable</i>	<i>unusable</i>
73	Phoque ind.	35	Phoque ind.	confirmed
		21	Phoque gris	specified
		4	Phoque veau-marin	specified
		2	Cormoran ind.	corrected
		1	Marsouin commun	corrected
		1	Thon rouge	corrected
		9	<i>unusable</i>	<i>unusable</i>
22	Phoque gris	19	Phoque gris	confirmed
		1	Phoque ind.	downgraded
		2	<i>unusable</i>	<i>unusable</i>
3	Mammifère marin mort	2	Mammifère marin mort	confirmed
		1	Phoque gris	corrected
3	Objet non identifié	1	Phoque gris	corrected
		1	Phoque ind.	corrected
		1	<i>unusable</i>	<i>unusable</i>

Annexe 2. Détail des résultats du traitement digital des observations visuelles d'oiseaux

VISUEL		DIGITAL			VISUEL		DIGITAL			VISUEL		DIGITAL		
Nb obs	Taxon	Nb obs	Taxon	Status	Nb obs	Taxon	Nb obs	Taxon	Status	Nb obs	Taxon	Nb obs	Taxon	Status
39	Pingouin ou Guillemot	35	Pingouin ou Guillemot	confirmed	59	Grand goéland ind.	23	Grand goéland ind.	confirmed	439	Mouette ind.	141	Mouette ind.	confirmed
		1	Plongeon ind.	corrected			4	Goéland noir ind.	specified			20	Mouette mélancocéphale	specified
		2	Mouette tridactyle	corrected			11	Goéland gris ind.	specified			8	Mouette pygmée	specified
		1	unusable	unusable			5	Goéland brun	specified			12	Mouette rieuse	specified
13	Fou de Bassan	11	Fou de Bassan	confirmed			3	Goéland marin	specified			75	Mouette tridactyle	specified
		1	Goéland gris ind.	corrected			1	Mouette rieuse	corrected			24	Pingouin ou Guillemot	corrected
		1	Goéland marin	corrected			11	Mouette tridactyle	corrected			4	Fulmar boreal	corrected
12	Grand labbe	9	Grand labbe	confirmed			1	Mouette ind.	corrected			14	Goéland gris ind.	corrected
		2	Petit labbe ind.	corrected			7	Goéland noir ind.	confirmed			4	Goéland cendré	corrected
		1	unusable	unusable			1	Goéland brun	specified			12	Grand goéland ind.	corrected
2	Petit labbe ind.	1	Petit labbe ind.	confirmed			25	Goéland marin	specified			1	Goéland marin	corrected
		1	unusable	unusable			1	unusable	unusable			2	Sterne moyenne ind.	corrected
9	Laridé ind.	2	Goéland gris ind.	specified	13	Goéland brun	11	Goéland brun	confirmed			61	Objet indéterminé (os de seiche)	corrected
		1	Grand goéland ind.	specified			1	Goéland marin	corrected			6	Sterne caugek	corrected
		1	Goéland marin	specified			1	Grand goéland ind.	downgraded			13	Sterne ind.	corrected
		1	Mouette tridactyle	specified	5	Goéland marin	5	Goéland marin	confirmed			6	Déchet	corrected
		3	Mouette ind.	specified			35	Goéland gris ind.	confirmed			1	Laridé ind.	downgraded
		1	unusable	unusable			2	Goéland argenté	specified			35	unusable	unusable
		2	Goéland gris ind.	specified			2	Goéland cendré	specified			18	Mouette mélancocéphale	confirmed
		1	Grand goéland ind.	specified			2	Goéland brun	corrected			2	Mouette rieuse	corrected
		1	Goéland marin	specified			1	Goéland marin	corrected			2	Mouette tridactyle	corrected
		1	Mouette tridactyle	specified			3	Mouette tridactyle	corrected			2	Mouette ind.	downgraded
		3	Mouette ind.	specified			2	Goéland cendré	confirmed			1	unusable	unusable
		1	unusable	unusable			1	unusable	unusable			1	Mouette rieuse	confirmed
		2	Goéland gris ind.	specified	25	Mouette mélancocéphale	2	Goéland rieuse	corrected			2	Mouette rieuse	corrected
		2	Goéland argenté	specified			2	Mouette tridactyle	corrected			2	Mouette tridactyle	corrected
		2	Goéland cendré	specified			2	Mouette ind.	downgraded			1	unusable	unusable
		3	Goéland cendré	specified			1	unusable	unusable			1	Mouette rieuse	confirmed
		1	unusable	unusable			1	Mouette rieuse	confirmed			1	Mouette rieuse	confirmed

VISUEL		DIGITAL			VISUEL		DIGITAL			VISUEL		DIGITAL				
Nb obs	Taxon	Nb obs	Taxon	Status	Nb obs	Taxon	Nb obs	Taxon	Status	Nb obs	Taxon	Nb obs	Taxon	Status		
17	Mouette pygmée	11	Mouette pygmée	confirmed	187	Sterne ind.	104	Serne ind.	confirmed	45	Cormoran ind.	27	Cormoran ind.	confirmed		
		1	Grand goéland ind.	corrected			50	Serne moyenne ind.	specified			9	Grand cormoran	specified		
		1	Serne moyenne ind.	corrected			9	Serne caugek	specified			4	Plongeon ind.	corrected		
		2	Mouette tridactyle	corrected			1	Grand goéland ind.	corrected			1	Grand grèbe ind.	corrected		
		1	Serne ind.	corrected			15	Mouette rieuse	corrected			4	unusable	unusable		
		1	unusable	unusable			1	Limicole ind.	corrected			6	Grand cormoran	confirmed		
322	Mouette tridactyle	294	Mouette tridactyle	confirmed	28	Sterne moyenne ind.	24	Serne moyenne ind.	confirmed	8	Grand cormoran	1	Grand cormoran	specified		
		2	Fulmar boreal	corrected			1	Mouette pygmée	corrected			1	unusable	unusable		
		4	Goéland gris ind.	corrected			2	Serne ind.	downgraded			2	Macreuse ind.	1	Macreuse noire	specified
		2	Goéland argenté	corrected			1	unusable	unusable			2	Macreuse noire	2	Macreuse noire	confirmed
		2	Goéland cendré	corrected			2	Serne caugek	confirmed			1	Bernache cravant	1	Bernache cravant	confirmed
		2	Goéland brun	corrected			1	Mouette ind.	corrected			65	Plongeon ind.	confirmed		
		1	Grand goéland ind.	corrected	26	Fulmar boreal	20	Fulmar boreal	confirmed			9	Pingouin ou Guillemot	corrected		
		2	Mouette mélancocéphale	corrected			1	Grand goéland ind.	corrected			1	Fulmar boreal	corrected		
		2	Mouette rieuse	corrected			1	Fou de Bassan	corrected			2	Grand goéland ind.	corrected		
		1	Serne moyenne ind.	corrected			1	Déchet	corrected			1	Grand cormoran	corrected		
		2	Serne caugek	corrected			3	unusable	unusable			2	Petit Puffin ind.	corrected		
		3	Serne ind.	corrected			2	Pingouin ou Guillemot	corrected			1	Fou de Bassan	corrected		
		1	Mouette ind.	downgraded	3	Petit Puffin ind.	1	Fulmar boreal	corrected			1	Déchet ind.	corrected		
		4	unusable	unusable			2	Océanite ind.	confirmed			4	unusable	unusable		
							1	Goéland gris ind.	specified	86	Plongeon ind.	1	Grand grèbe ind.	confirmed		
					5	Oiseau marin ind.	2	Grand goéland ind.	specified			2	Limicole ind.	2	Pingouin ou Guillemot	corrected
							1	Fou de Bassan	specified			1	Déchet	corrected		
							1	Déchet	corrected			1	Grand grèbe ind.	confirmed		

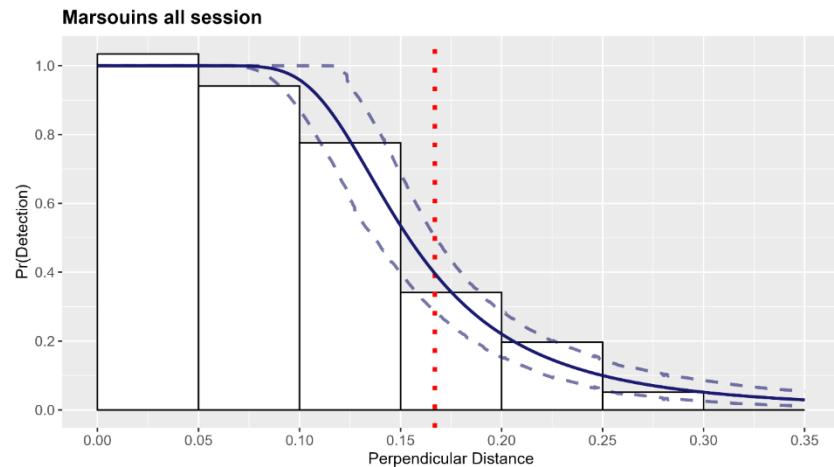
### Annexe 3. Observations complémentaires digitales

Taxons	Observations complémentaires	
	Nb observations	Nb individus
Phoque ind.	2	2
Pingouin ou Guillemot	1	1
Grand Goéland ind.	5	8
Goéland brun ( <i>Larus fuscus</i> )	2	6
Goéland gris ind.	1	1
Mouette ind.	4	6
Mouette rieuse ( <i>Larus ridibundus</i> )	1	2
Mouette tridactyle ( <i>Rissa tridactyla</i> )	4	4
Sterne caugek ( <i>Thalasseus sandvicensis</i> )	1	1
Fulmar boréal ( <i>Fulmarus glacialis</i> )	2	2
Cormoran ind.	1	1
Plongeon ind.	2	2
<b>Total observations et individus</b>	<b>26</b>	<b>36</b>

#### Annexe 4. Fonctions de détections

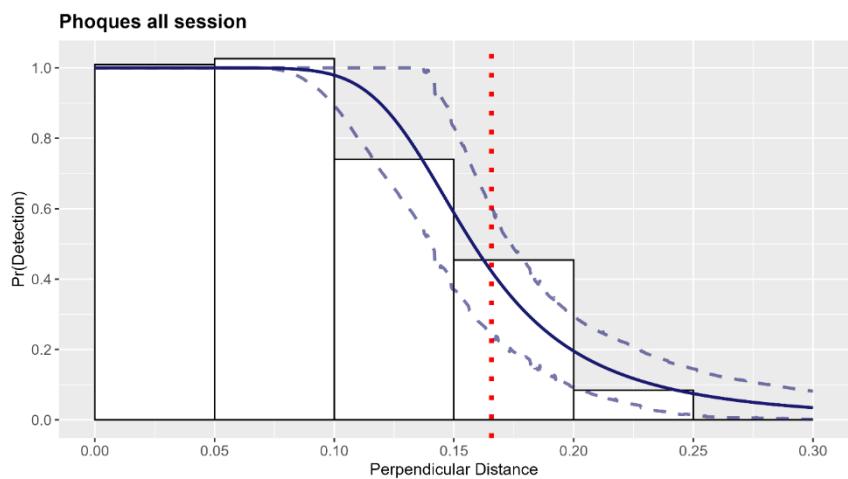
**Marsouin commun**

ESW = 167m (CV : 8,4%)



**Phoques**

ESW = 165m (CV : 9,7%)



## Annexe 5. Résultats des analyses CDS et MCDS

Taxon	Session	Saison	Année	Sightings	n/L	cv (%)	Mean group	cv (%)	Animal density	cv (%)	Abondance	IC95% min	IC95% max
Marsouins (CDS)	1	PRIN	2023	63	0.0390	18%	1.32	5%	<b>0.1539</b>	19%	1243	860	1796
	2	ÉTÉ	2023	26	0.0155	21%	1.50	14%	<b>0.0696</b>	26%	562	340	930
	3	HIV	2024	43	0.0284	18%	2.40	24%	<b>0.2036</b>	32%	1644	892	3027
	4	PRIN	2024	94	0.0567	13%	1.30	5%	<b>0.2206</b>	15%	1781	1333	2378
	5	ÉTÉ	2024	39	0.0247	17%	1.28	6%	<b>0.0950</b>	19%	767	527	1117
	6	AUT	2024	31	0.0201	18%	2.00	13%	<b>0.1202</b>	22%	971	631	1493
	7	HIV	2025	27	0.0211	21%	1.74	24%	<b>0.1103</b>	34%	890	463	1711
Phoques (CDS)	1	PRIN	2023	27	0.0167	26%	1.22	15%	<b>0.0620</b>	37%	500	248	1008
	2	ÉTÉ	2023	15	0.0089	28%	1.00	0%	<b>0.0271</b>	29%	219	126	380
	3	HIV	2024	45	0.0297	16%	1.00	0%	<b>0.0901</b>	17%	727	521	1015
	4	PRIN	2024	20	0.0121	21%	1.00	0%	<b>0.0366</b>	22%	296	193	453
	5	ÉTÉ	2024	28	0.0178	21%	1.79	40%	<b>0.0962</b>	48%	777	318	1899
	6	AUT	2024	31	0.0201	24%	1.06	4%	<b>0.0648</b>	25%	523	322	849
	7	HIV	2025	31	0.0243	24%	1.10	5%	<b>0.0808</b>	28%	652	380	1119
Marsouins MCDS (~season)	1	PRIN	2023	63	0.0390	18%	1.32	5%	<b>0.1265</b>	19%	1021	704	1481
Phoques MCDS (~turbidity)	2	ÉTÉ	2023	26	0.0155	21%	1.50	14%	<b>0.0824</b>	27%	665	396	1120
	3	HIV	2024	43	0.0284	18%	2.40	24%	<b>0.2481</b>	32%	2002	1074	3733
	4	PRIN	2024	94	0.0567	13%	1.30	5%	<b>0.1812</b>	15%	1463	1090	1963
	5	ÉTÉ	2024	39	0.0247	17%	1.28	6%	<b>0.1125</b>	20%	908	610	1354
	6	AUT	2024	31	0.0201	18%	2.00	13%	<b>0.1260</b>	25%	1017	629	1646
	7	HIV	2025	27	0.0211	21%	1.74	24%	<b>0.1344</b>	35%	1085	558	2107
	1	PRIN	2023	27	0.0167	26%	1.23	16%	<b>0.0648</b>	38%	523	255	1076

Taxon	Session	Saison	Année	Sightings	n/L	cv (%)	Mean group	cv (%)	Animal density	cv (%)	Abondance	IC95% min	IC95% max
Alcidés	1	PRIN	2023	27	0.0167	20%	1.33	30%	<b>0.0557</b>	23%	450	290	697
	2	ÉTÉ	2023	21	0.0125	23%	1.86	37%	<b>0.0581</b>	29%	469	268	820
	3	HIV	2024	1571	1.0362	6%	3.04	10%	<b>7.8752</b>	8%	63570	54096	74703
	4	PRIN	2024	19	0.0115	24%	1.37	35%	<b>0.0392</b>	25%	317	195	515
	5	ÉTÉ	2024	3	0.0019	57%	1.00	81%	<b>0.0048</b>	57%	38	13	110
	6	AUT	2024	538	0.3481	8%	1.91	12%	<b>1.6660</b>	9%	13448	11262	16059
	7	HIV	2025	665	0.5207	7%	2.12	12%	<b>2.7620</b>	9%	22295	18623	26691
Fous de Bassan	1	PRIN	2023	138	0.0854	15%	1.73	27%	<b>0.3698</b>	22%	2985	1938	4597
	2	ÉTÉ	2023	253	0.1507	13%	1.75	25%	<b>0.6610</b>	21%	5336	3530	8066
	3	HIV	2024	463	0.3054	11%	5.47	34%	<b>4.1783</b>	32%	33728	18132	62739
	4	PRIN	2024	280	0.1689	13%	4.09	50%	<b>1.7253</b>	48%	13927	5664	34242
	5	ÉTÉ	2024	327	0.2073	11%	1.93	21%	<b>1.0019</b>	18%	8087	5671	11533
	6	AUT	2024	563	0.3643	8%	2.71	21%	<b>2.4683</b>	19%	19924	13649	29084
	7	HIV	2025	557	0.4361	8%	4.52	35%	<b>4.9328</b>	34%	39818	20602	76960
Laridés	1	PRIN	2023	437	0.2704	10%	2.14	22%	<b>1.4434</b>	20%	11652	7921	17138
	2	ÉTÉ	2023	420	0.2501	9%	3.30	29%	<b>2.0665</b>	27%	16681	9840	28279
	3	HIV	2024	1179	0.7776	6%	2.45	17%	<b>4.7687</b>	16%	38494	28328	52307
	4	PRIN	2024	530	0.3197	9%	3.46	43%	<b>2.7644</b>	42%	22315	10038	49607
	5	ÉTÉ	2024	549	0.3481	10%	5.98	22%	<b>5.2026</b>	19%	41997	28879	61074
	6	AUT	2024	988	0.6392	6%	2.94	17%	<b>4.6987</b>	16%	37929	27900	51563
	7	HIV	2025	856	0.6702	6%	2.47	21%	<b>4.1439</b>	20%	33451	22777	49125
Tous Goélands	1	PRIN	2023	221	0.1368	12%	2.41	28%	<b>0.8230</b>	25%	6644	4075	10831
	2	ÉTÉ	2023	375	0.2233	9%	3.27	31%	<b>1.8268</b>	30%	14746	8279	26264
	3	HIV	2024	591	0.3898	7%	2.74	23%	<b>2.6745</b>	22%	21589	13972	33360
	4	PRIN	2024	328	0.1979	10%	4.00	48%	<b>1.9787</b>	47%	15972	6591	38708
	5	ÉTÉ	2024	410	0.2600	11%	3.97	23%	<b>2.5791</b>	21%	20819	13829	31342
	6	AUT	2024	538	0.3481	9%	3.04	22%	<b>2.6446</b>	21%	21347	14282	31908
	7	HIV	2025	425	0.3328	8%	2.37	22%	<b>1.9712</b>	20%	15912	10686	23693

Taxon	Session	Saison	Année	Sightings	n/L	cv (%)	Mean group	cv (%)	Animal density	cv (%)	Abondance	IC95% min	IC95% max
Goélands noirs	1	PRIN	2023	22	0.0136	23%	1.27	38%	<b>0.0433</b>	30%	350	195	627
	2	ÉTÉ	2023	129	0.0768	11%	1.19	16%	<b>0.2293</b>	12%	1851	1450	2363
	3	HIV	2024	161	0.1062	10%	2.02	24%	<b>0.5375</b>	22%	4339	2809	6702
	4	PRIN	2024	36	0.0217	21%	1.03	30%	<b>0.0558</b>	22%	450	296	686
	5	ÉTÉ	2024	90	0.0571	14%	2.08	37%	<b>0.2964</b>	34%	2393	1240	4616
	6	AUT	2024	154	0.0996	11%	1.25	18%	<b>0.3106</b>	14%	2507	1918	3276
	7	HIV	2025	99	0.0775	12%	1.34	22%	<b>0.2603</b>	19%	2102	1454	3038
Goélands gris ind. et goélands cendrés	1	PRIN	2023	62	0.0384	17%	1.34	26%	<b>0.1284</b>	20%	1037	705	1523
	2	ÉTÉ	2023	88	0.0524	17%	1.60	31%	<b>0.2099</b>	26%	1695	1031	2786
	3	HIV	2024	253	0.1669	10%	1.66	18%	<b>0.6942</b>	15%	5604	4198	7480
	4	PRIN	2024	89	0.0537	14%	1.29	22%	<b>0.1734</b>	17%	1400	999	1963
	5	ÉTÉ	2024	72	0.0457	16%	2.26	29%	<b>0.2584</b>	24%	2086	1319	3299
	6	AUT	2024	104	0.0673	15%	1.20	22%	<b>0.2022</b>	16%	1632	1194	2231
	7	HIV	2025	171	0.1339	12%	1.49	20%	<b>0.4992</b>	17%	4029	2906	5587
Mouettes ind. et toutes mouettes sauf tridactyle	1	PRIN	2023	82	0.0507	15%	2.67	30%	<b>0.3388</b>	26%	2735	1650	4533
	2	ÉTÉ	2023	27	0.0161	21%	2.44	39%	<b>0.0983</b>	34%	793	417	1510
	3	HIV	2024	120	0.0791	12%	2.48	24%	<b>0.4914</b>	21%	3966	2624	5995
	4	PRIN	2024	40	0.0241	21%	7.23	58%	<b>0.4359</b>	55%	3518	1286	9623
	5	ÉTÉ	2024	68	0.0431	21%	6.76	40%	<b>0.7292</b>	34%	5886	3066	11301
	6	AUT	2024	262	0.1695	9%	2.65	28%	<b>1.1225</b>	27%	9061	5410	15177
	7	HIV	2025	68	0.0532	13%	3.47	65%	<b>0.4620</b>	63%	3729	1181	11778
Mouettes tridactyles	1	PRIN	2023	131	0.0811	13%	1.35	21%	<b>0.2738</b>	16%	2210	1625	3007
	2	ÉTÉ	2023	18	0.0107	28%	5.28	84%	<b>0.1414</b>	79%	1142	290	4492
	3	HIV	2024	452	0.2981	9%	1.86	18%	<b>1.3867</b>	16%	11194	8238	15212
	4	PRIN	2024	162	0.0977	16%	1.43	25%	<b>0.3499</b>	19%	2824	1932	4128
	5	ÉTÉ	2024	13	0.0082	35%	1.23	52%	<b>0.0254</b>	38%	205	99	423
	6	AUT	2024	175	0.1132	11%	1.52	18%	<b>0.4302</b>	14%	3473	2628	4589
	7	HIV	2025	332	0.2600	10%	1.27	15%	<b>0.8241</b>	11%	6652	5315	8326

Taxon	Session	Saison	Année	Sightings	n/L	cv (%)	Mean group	cv (%)	Animal density	cv (%)	Abondance	IC95% min	IC95% max
Sternes	1	PRIN	2023	18	0.0111	31%	3.39	55%	<b>0.0944</b>	46%	762	320	1811
	2	ÉTÉ	2023	134	0.0798	23%	1.87	35%	<b>0.3737</b>	26%	3017	1820	4999
	3	HIV	2024	1	0.0007	100%	1.00	141%	<b>0.0016</b>	100%	13	3	69
	4	PRIN	2024	24	0.0145	33%	3.46	59%	<b>0.1252</b>	50%	1010	401	2545
	5	ÉTÉ	2024	203	0.1287	19%	3.00	36%	<b>0.9654</b>	31%	7793	4320	14057
	6	AUT	2024	5	0.0032	44%	3.80	74%	<b>0.0307</b>	59%	248	85	725
	7	HIV	2025	0									
Fulmars boréaux	1	PRIN	2023	15	0.0093	26%	1	37%	<b>0.0232</b>	26%	187	112	312
	2	ÉTÉ	2023	23	0.0137	34%	1.087	48%	<b>0.0372</b>	34%	300	157	574
	3	HIV	2024	27	0.0178	25%	3.2222	60%	<b>0.1435</b>	55%	1158	421	3187
	4	PRIN	2024	13	0.0078	31%	1	43%	<b>0.0196</b>	31%	158	88	286
	5	ÉTÉ	2024	4	0.0025	50%	1.5	76%	<b>0.0095</b>	57%	77	27	220
	6	AUT	2024	0									
	7	HIV	2025	21	0.0164	26%	1.3333	38%	<b>0.0548</b>	27%	442	261	750
Océanites ind.	1	PRIN	2023	0									
	2	ÉTÉ	2023	17	0.0101	28%	2.5294	46%	<b>0.0640</b>	36%	517	259	1030
	3	HIV	2024	0									
	4	PRIN	2024	2	0.0012	70%	1	99%	<b>0.0030</b>	70%	24	7	85
	5	ÉTÉ	2024	146	0.0926	19%	2.363	41%	<b>0.5469</b>	37%	4415	2185	8918
	6	AUT	2024	22	0.0142	50%	2.8182	81%	<b>0.1003</b>	63%	810	259	2533
	7	HIV	2025	0									
Cormorans	1	PRIN	2023	20	0.0124	37%	1.2	56%	<b>0.0371</b>	42%	300	136	663
	2	ÉTÉ	2023	25	0.0149	31%	1.12	45%	<b>0.0417</b>	32%	337	182	622
	3	HIV	2024	27	0.0178	30%	1.8148	63%	<b>0.0808</b>	55%	652	237	1794
	4	PRIN	2024	16	0.0097	30%	1.1875	45%	<b>0.0287</b>	33%	231	122	440
	5	ÉTÉ	2024	7	0.0044	37%	1.2857	54%	<b>0.0143</b>	40%	115	54	245
	6	AUT	2024	17	0.0110	34%	1.0588	48%	<b>0.0291</b>	34%	235	123	451
	7	HIV	2025	28	0.0219	28%	1.9286	47%	<b>0.1057</b>	37%	853	420	1733

Taxon	Session	Saison	Année	Sightings	n/L	cv (%)	Mean group	cv (%)	Animal density	cv (%)	Abondance	IC95% min	IC95% max
Plongeons ind.	1	PRIN	2023	0									
	2	ÉTÉ	2023	0									
	3	HIV	2024	202	0.1332	17%	1.896	27%	<b>0.6315</b>	21%	5098	3385	7677
	4	PRIN	2024	7	0.0042	42%	1.7143	66%	<b>0.0181</b>	51%	146	57	376
	5	ÉTÉ	2024	0									
	6	AUT	2024	28	0.0181	43%	1.5	61%	<b>0.0679</b>	44%	548	241	1250
	7	HIV	2025	155	0.1214	18%	1.9097	28%	<b>0.5794</b>	21%	4677	3075	7113

Taxon	Session	Saison	Année	Sightings	n/L	cv (%)	Mean group	cv (%)	Object density	cv (%)	Abondance	IC95% min	IC95% max
Déchets (sauf déchets de pêche)	1	PRIN	2023	1217	0.7531	7%	3.8	13%	<b>7.2186</b>	11%	58270	46553	72936
	2	ÉTÉ	2023	687	0.4091	7%	2.3	17%	<b>2.3702</b>	16%	19133	14115	25935
	3	HIV	2024	128	0.0844	13%	1.2	20%	<b>0.2506</b>	15%	2023	1506	2717
	4	PRIN	2024	360	0.2172	8%	1.6	16%	<b>0.8642</b>	14%	6976	5302	9178
	5	ÉTÉ	2024	499	0.3164	8%	1.4	13%	<b>1.0906</b>	10%	8804	7243	10700
	6	AUT	2024	247	0.1598	9%	1.2	14%	<b>0.4966</b>	11%	4008	3226	4980
	7	HIV	2025	255	0.1997	11%	1.5	22%	<b>0.7536</b>	18%	6083	4241	8727
Bouées de pêche	1	PRIN	2023	102	0.0631	17%	1.1	25%	<b>0.1686</b>	18%	1361	960	1931
	2	ÉTÉ	2023	50	0.0298	25%	1.0	35%	<b>0.0759</b>	25%	613	377	996
	3	HIV	2024	36	0.0237	25%	1.0	36%	<b>0.0594</b>	25%	479	292	786
	4	PRIN	2024	83	0.0501	18%	1.3	32%	<b>0.1614</b>	26%	1303	789	2150
	5	ÉTÉ	2024	56	0.0355	20%	1.1	28%	<b>0.0967</b>	20%	781	528	1154
	6	AUT	2024	44	0.0285	18%	1.1	27%	<b>0.0760</b>	20%	614	418	900
	7	HIV	2025	24	0.0188	32%	1.0	45%	<b>0.0470</b>	32%	379	206	699
Bateaux de pêche	1	PRIN	2023	5	0.0031	45%	1.0	63%	<b>0.0031</b>	45%	25	11	58
	2	ÉTÉ	2023	16	0.0095	27%	1.0	38%	<b>0.0095</b>	27%	77	46	129
	3	HIV	2024	3	0.0020	57%	1.0	81%	<b>0.0020</b>	57%	16	6	46
	4	PRIN	2024	0									
	5	ÉTÉ	2024	9	0.0057	32%	1.0	46%	<b>0.0057</b>	32%	46	25	86
	6	AUT	2024	12	0.0078	28%	1.0	39%	<b>0.0078</b>	28%	63	37	108
	7	HIV	2025	9	0.0070	32%	1.0	45%	<b>0.0070</b>	32%	57	31	106

Taxon	Session	Saison	Année	Sightings	n/L	cv (%)	Mean group	cv (%)	Object density	cv (%)	Abondance	IC95% min	IC95% max
Bateaux de commerce	1	PRIN	2023	13	0.0080	29%	1.0	41%	<b>0.0080</b>	29%	65	37	113
	2	ÉTÉ	2023	7	0.0042	37%	1.0	52%	<b>0.0042</b>	37%	34	17	68
	3	HIV	2024	9	0.0059	32%	1.0	46%	<b>0.0059</b>	32%	48	26	89
	4	PRIN	2024	15	0.0090	25%	1.0	35%	<b>0.0090</b>	25%	73	45	118
	5	ÉTÉ	2024	7	0.0044	42%	1.0	60%	<b>0.0044</b>	42%	36	16	80
	6	AUT	2024	7	0.0045	37%	1.0	53%	<b>0.0045</b>	37%	37	18	75
	7	HIV	2025	7	0.0055	42%	1.0	60%	<b>0.0055</b>	42%	44	20	99
Bateaux de plaisance	1	PRIN	2023	13	0.0080	35%	1.2	51%	<b>0.0093</b>	38%	75	36	154
	2	ÉTÉ	2023	40	0.0238	17%	1.1	25%	<b>0.0262</b>	18%	212	147	303
	3	HIV	2024	3	0.0020	58%	1.0	82%	<b>0.0020</b>	58%	16	6	46
	4	PRIN	2024	11	0.0066	30%	1.3	47%	<b>0.0084</b>	36%	68	34	136
	5	ÉTÉ	2024	30	0.0190	22%	1.0	31%	<b>0.0197</b>	22%	159	103	244
	6	AUT	2024	13	0.0084	40%	1.1	58%	<b>0.0091</b>	42%	73	33	161
	7	HIV	2025	0									

