



---

## Suivi de la mégafaune marine au large des PErtais charentais, de l'Estuaire de la Gironde et de Rochebonne par observation aérienne

---

Campagnes SPEE (2019-2020)

**Rapport final**  
**Juin 2021**

---

Matthieu Authier, Ariane Blanchard, Ghislain Dorémus, Mathieu Genu, Sophie Laran, Manon Nivière, Thierry Sanchez, Jérôme Spitz, Robin Thibault & Olivier Van Canneyt

---

Observatoire Pelagis - UMS 3462  
La Rochelle Université - CNRS  
Pôle Analytique - 5 allées de l'Océan  
17 000 La Rochelle - France

pelagis@univ-lr.fr  
<http://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr>



**Citation :** Authier M., Blanchard A., Dorémus G., Genu M., Laran S., Nivière M., Spitz J. & Van Canneyt O. 2020. Suivi de la mégafaune marine au large des Pertuis charentais, de l'Estuaire de la Gironde et de Rochebonne par observation aérienne : Campagne SPEE-Rapport de campagne 2019-2020 : rapport final. Observatoire Pelagis (UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS) & Parc naturel marin de l'Estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis (Office Français de la Biodiversité) : 78 pp.

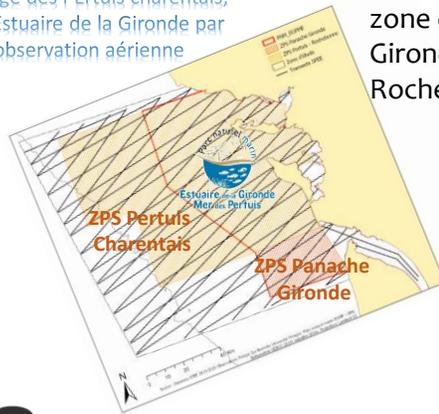
## SOMMAIRE

SYNTHESE	0
CONTEXTE ET ENJEUX	0
OBJECTIFS	1
I. METHODOLOGIE	2
A.	
Protocole d'observation	2
B. Zone d'étude	2
C. Méthode de traitement des données	3
Taux de rencontre	3
Modélisation d'habitat (DSM ou Density Surface Modelling)	5
II. Résultats	9
A. Effort d'observation et conditions	9
B. Distribution et abondance	10
C. Analyse de sensibilité	61
D. Résultats préliminaires de l'aquisition digitale (Stormm) au cours de 3 sessions de SPEE	64
III. CONCLUSION	72
REFERENCES	77
Annexes	79

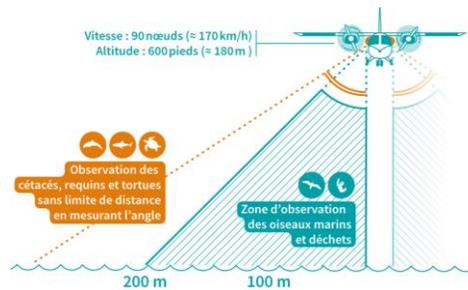
## SYNTHESE

# SPEE

Suivi de la mégafaune marine au large des Pertuis charentais, de l'Estuaire de la Gironde par observation aérienne



3 500 km de transects par saison avec pour objectif d'évaluer l'abondance et la distribution de la mégafaune marin par observation aérienne sur une zone de 15 000 km<sup>2</sup> incluant le PNM Estuaire de la Gironde et la mer des Pertuis et la ZPS Pertuis-Rochebonne.



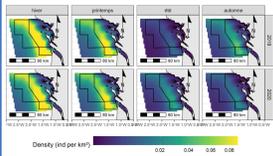
- 216 heures de vols et 13 600 km d'effort répartis sur 4 saisons et 2 années consécutives : 2019 et 2020.
- Près de 25 000 observations collectées, dont plus de 700 observations de mammifères marins appartenant à 10 taxons différents, plus de 15 000 observations d'oiseaux appartenant à une trentaine de taxons, et plus de 1 000 observations de grands poissons pélagiques ou requins et enfin près de 4 000 détection de déchets flottants.



Trois espèces régulières et présentes toute l'année mais avec des densités plus élevées en hiver pour le dauphin commun et le marsouin commun.



Nombreuses espèces hivernantes au large et densités élevées en hiver et à l'automne, excepté à l'intérieur des pertuis où la présence de certaines espèces d'oiseaux marins est plus marquée en été.



Une modélisation des habitats saisonniers de 3 espèces de cétacés, 12 groupes d'oiseaux, 3 autres groupes de mégafaune et les déchets flottants.



	Abondance moyenne sur la Zone d'étude			
	Hiver	Printemps	Été	Automne
Dauphin commun	High	High	Low	Low
Marsouin commun	High	High	Low	Low
Grand dauphin	Low	High	High	Low
Alcidés	High	Low	Low	High
Fou de Bassan	High	Low	Low	High
Goélands noirs	High	Low	Low	High
Goélands gris	High	Low	Low	High
Mouettes	High	Low	Low	High
Sternes	High	Low	Low	High
Procellariidés	High	Low	Low	High
Océanites	High	Low	Low	High
Déchets (toutes catégories)	High	High	Low	Low
Bouées de pêche	High	High	Low	Low



Déchets (toutes catégories)  
Bouées de pêche

## CONTEXTE ET ENJEUX

Le Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis est le 7<sup>ème</sup> Parc naturel marin français et l'un des plus vastes de métropole : il couvre 6 500 km<sup>2</sup> d'espace marin sur la façade atlantique et s'étend sur environ 800 km de côtes sur trois départements (Vendée, Charente-Maritime, Gironde). Le Parc naturel marin présente un patrimoine naturel riche et diversifié. L'ensemble du périmètre est en site Natura 2000, incluant une partie de la Zone de Protection Spéciale (ZPS) Pertuis charentais-Rochebonne (FR5412026), dont le PNM est également gestionnaire, et celle du Panache de la Gironde (FR7212016).

Comme tout Parc naturel marin, celui de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis a pour objectif de contribuer à la connaissance, à la protection du patrimoine naturel marin et au développement durable des activités maritimes. Le plan de gestion du Parc naturel marin définit les objectifs et les principes d'actions sur cet espace et reprend l'essentiel des éléments constitutifs du document d'objectifs Natura 2000 (notamment) pour la ZPS Pertuis charentais - Rochebonne.

Le plan de gestion du Parc prévoit d'évaluer sous la forme d'un tableau de bord l'efficacité de la gestion et l'atteinte des objectifs fixés. Le programme d'actions du Parc doit donc permettre l'identification ou le développement des indicateurs, métriques et valeurs-seuils afin de consolider le plus rapidement possible le cadre évaluatif. C'est pourquoi le premier programme d'action du Parc (voté en conseil de gestion le 9 juillet 2018) propose un projet d'acquisition de connaissances relatives à la distribution, l'abondance et l'utilisation de la zone par la mégafaune marine par survol aérien. L'acquisition de connaissance est un des principes d'actions listés pour les finalités et sous finalités relatives aux oiseaux marins côtiers, oiseaux marins à large répartition océanique, mammifères marins, et tortues marines. Concernant les macros-déchets flottant, le plan de gestion du Parc prévoit la participation aux réseaux de suivis nationaux.

Le Parc a confié la mise en œuvre de cette action à l'Observatoire Pelagis (UMS 3462, La Rochelle Université – CNRS) dont la mission principale est le suivi de l'état de conservation des populations de mammifères marins dans les eaux françaises pour le compte du Ministère de la Transition Ecologique. Ses principales actions sont intégrées au Programme de Surveillance de la DCSMM, piloté par l'OFB, et concernent le suivi de l'**abondance relative**, de la **distribution** et des habitats critiques ainsi que l'estimation des paramètres biologiques (démographiques et écologiques) des mammifères marins, et également des oiseaux marins ainsi que d'autres espèces de la mégafaune marine.

L'Observatoire Pelagis conduit depuis de nombreuses années des campagnes systématiques basées sur l'observation visuelle aérienne permettant de produire des données spatialisées sur la mégafaune pélagique par des méthodes d'acquisition et d'analyse standardisées (SCANS-II & III, CODA, MEGASCOPE, REMMOA, SAMM). Les données collectées dans la zone d'étude du programme SPEE ont d'ailleurs été récemment compilées pour les données antérieures de 2002 à 2018 (Laran et al. 2019). Ce rapport est la mise à jour des deux premiers rapports de campagne SPEE 2019, puis 2019-2020 (Van Canneyt et al. 2020a).

## OBJECTIFS

L'objectif principal de la campagne **SPEE** (Suivi de la mégafaune marine au large des **PE**rtuis charentais, de l'**E**stuaire de la Gironde et de Rochebonne par observation aérienne) était de collecter de nouvelles données sur l'abondance et la distribution de la mégafaune marine au sein du périmètre du Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis ainsi que celui des ZPS « Pertuis charentais-Rochebonne » et « Panache de la Gironde ». Cette campagne d'acquisition de données via l'observation aérienne ciblait oiseaux marins, mammifères marins, tortues marines, raies, requins et grands poissons visibles, macro déchets flottants en surface ainsi que la fréquentation nautique (pêche, plaisance, trafic maritime, engins de pêche, etc.).

Cette campagne, avec ces deux déploiement SPEE-2019 et SPEE-2020, avait pour objectif d'identifier les taxons présents, préciser leurs effectifs et leur distribution dans la zone d'étude, et de caractériser les variations saisonnières, tout en regardant également la variabilité interannuelle sur les deux années de suivi. Elle permettra aussi dans les analyses du 3<sup>e</sup> volet (2021-2022) de mettre en évidence les relations entre l'environnement et la présence des espèces suivies. Les résultats présentés ici sont un récapitulatif de l'échantillonnage mis en œuvre au cours de ces deux années, une synthèse après validation et contrôle des bases de données de la diversité spécifique pour les oiseaux et mammifères marins. Ces résultats sont accompagnés des cartes de distribution et taux de rencontre ainsi que des estimations de l'abondance relative (méthode conventionnelle) à l'échelle de la zone.

Par souci de cohérence écologique dans le suivi de ces espèces mobiles, l'étendue de la zone d'étude dépasse les limites administratives du Parc naturel marin et de la ZPS Pertuis charentais - Rochebonne, et s'étend sur 15 000 km<sup>2</sup> environ (Figure 1). Quatre sessions de survols de 3 500 km chacune ont été effectuées sur chaque année (2019-2020), déclinées en 4 plans d'échantillonnages successifs (Figure 1), et complétées par des transects à l'intérieur de la Gironde.

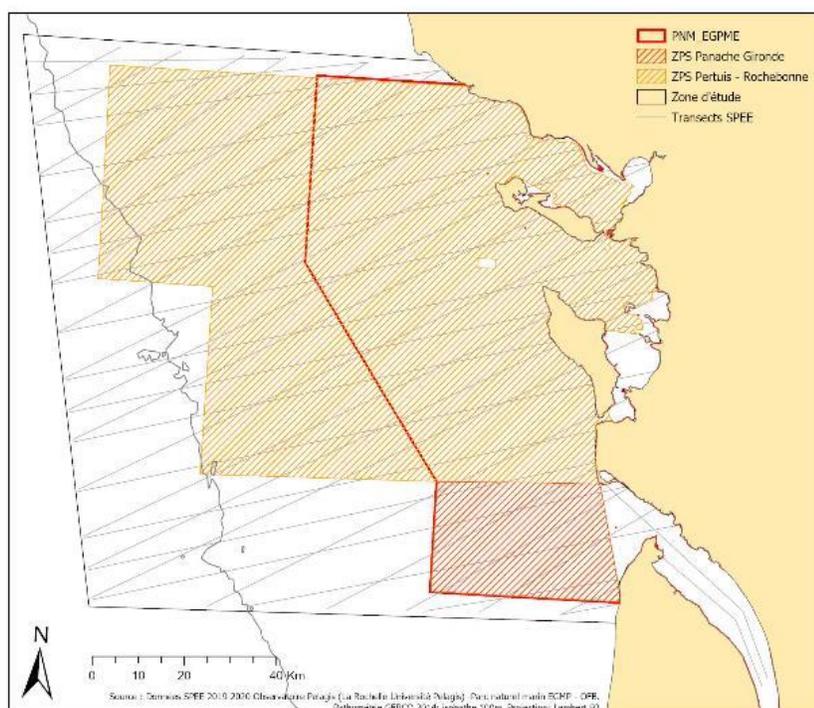


Figure 1. Etendue de la zone d'étude et des transects prévisionnels, incluant le périmètre du Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des pertuis et de la ZPS Pertuis-Rochebonne et la ZPS Panache de la Gironde.

## I. METHODOLOGIE

Les campagnes SPEE I-2019 et SPEE II-2020 ont été réalisées au cours de 8 sessions distinctes avec pour objectif d'acquérir des jeux de données sur les 4 saisons différentes : deux sessions d'hiver réalisées au mois de février pour les deux années, deux sessions de printemps fin mai-début juin pour 2019 et mi-mai en 2020, deux sessions d'été début août pour les deux années et enfin deux sessions d'automne entre mi-octobre et mi-novembre.

### A. PROTOCOLE D'OBSERVATION

La méthodologie générale s'appuie sur la technique de l'observation le long de transects linéaires préalablement établis (Line transect - Distance sampling (Buckland et al. 2001)). Selon les taxons relevés, deux échantillonnages sont réalisés : un échantillonnage avec une mesure d'angle pour estimer la distance au transect (distance sampling) et un échantillonnage en bande (strip transect) pour les catégories les plus abondantes, afin de perturber au minimum l'observation. 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. 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, élastombranches, tortues et grands poissons pélagiques), à l'aide d'un inclinomètre et afin d'estimer la distance perpendiculaire au transect (Figure 2). Ces deux méthodes possèdent l'avantage de produire des données de distribution spatiale et de permettre l'estimation des densités relatives, assorties d'un intervalle de confiance.

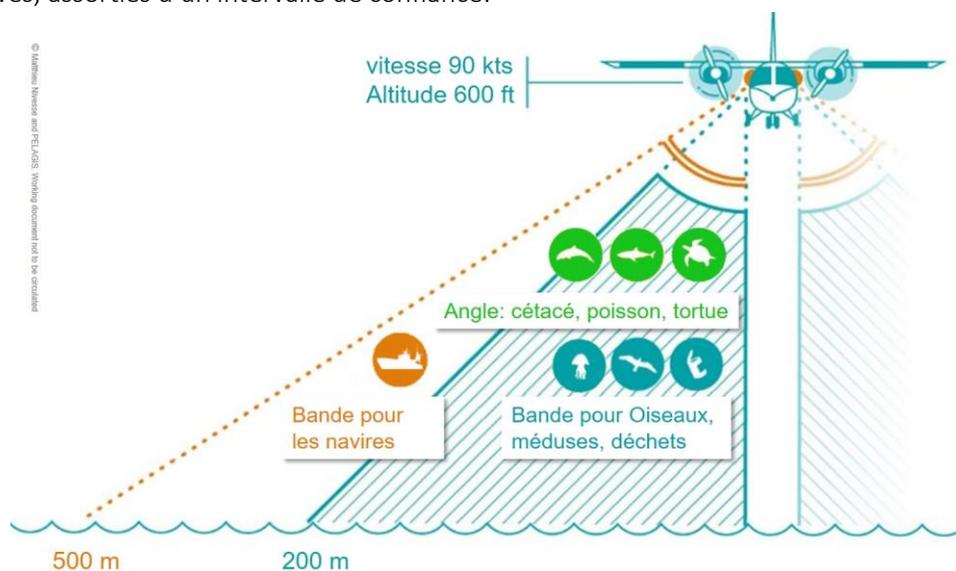


Figure 2. Zone d'observation et distances correspondantes à la surface pour les différents types de mégafaune marine. Protocole SAMM (d'après une illustration de M. Nivesse - OFB).

### B. ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude comprend le périmètre du Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des pertuis, celui de la ZPS Pertuis-Rochelonne et s'étend un peu au-delà afin d'obtenir un design homogène et pertinent pour le suivi de ces espèces mobiles. Il englobe donc plusieurs habitats dont des zones côtières telles que l'intérieur des pertuis charentais, l'estuaire de la Gironde ainsi que des zones plus au large sur le plateau continental jusqu'à l'isobathe des 100m.

Les sessions ont toutes suivies un plan d'échantillonnage établi au démarrage du projet. Ce plan global comprend 4 plans d'échantillonnage (série de transects en zigzag) avec une géométrie similaire mais décalés spatialement afin d'augmenter la résolution spatiale de l'échantillonnage. Ces plans, générés aléatoirement par le logiciel *Distance*

sampling 7.3 (Thomas et al. 2010) puis sélectionnés pour une meilleure couverture spatiale, totalisent 3 500 km de transects par session. Un 5<sup>ème</sup> plan complémentaire permet un suivi de l'estuaire de la Gironde.

L'effort d'échantillonnage au sein du périmètre du PNM est d'environ 1 400 km pour chaque session, et de 1 900 km pour la ZPS Pertuis Charentais Rochebonne.

## C. MÉTHODE DE TRAITEMENT DES DONNÉES

### Taux de rencontre

Les données collectées à l'aide du logiciel SAMMOA ont été traitées et importées dans la base de données observations de l'Observatoire Pelagis, à l'aide du PlugIn QGIS (PelaSIG). Cet outil a également permis la préparation des fichiers pour les analyses descriptives comme les taux de rencontre, réalisés sur une grille de 10x10km ou 20x20km (projection Lambert 93), et aussi pour la préparation des données destinées au package GeffaeR pour les analyses CDS (*Conventional Distance Sampling*). Ces traitements sont résumés sur la figure 3.

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. Puis, à l'aide de l'outil de segmentation de PelaSIG, les legs ont été découpés en segments de +/- 10km et à nouveau les observations ont été associées à ces segments.

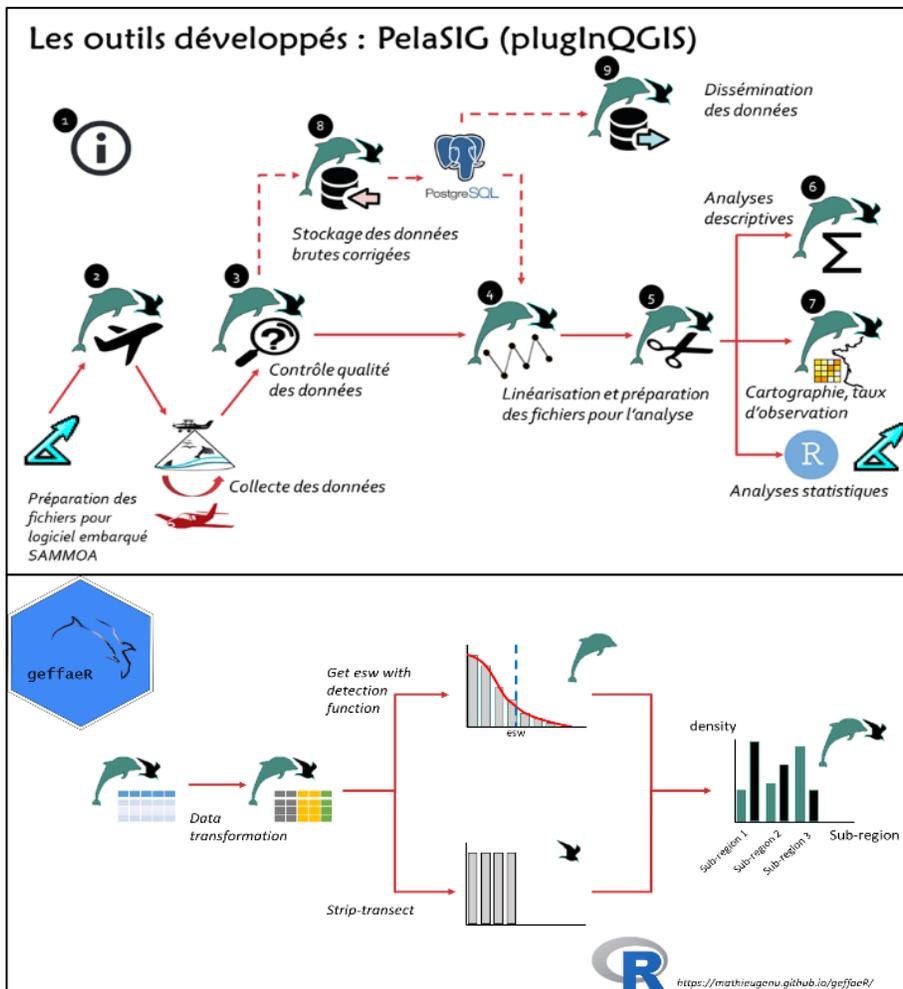


Figure 3. Schéma de préparation et traitement des données à l'aide du PlugIn QGIS : PelaSIG et du package R geffaeR.

## Méthode d'estimation des densités

L'estimation de la densité 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 logiciel *Distance Sampling* (Thomas *et al.* 2009) par espèce ou regroupement d'espèces pour lesquels le nombre de détections est suffisant. 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, dauphin commun et grand dauphin).

Les densités relatives d'oiseaux marins et de déchets ont été estimées par la méthode du transect en bande ou *strip-transect*. Cette méthode fait l'hypothèse que tous les animaux situés dans la largeur d'observation prédéterminée (0-200 m) sont détectés avec la même probabilité, qu'ils soient proches ou éloignés (à moins de 200 m) 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 condition subjectives  $>$  moyenne) et, pour les oiseaux, collectées dans la bande des 200 m. 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. Seules des fonctions de détection dite semi-normales ('*half normal*') ont été ajustées, car ce sont les plus robustes et parcimonieuses (Gonzales *et al.* 2017). Pour une fonction de détection dite semi-normale (de paramètre  $\sigma$ ), la demi-largeur effective de détection est :

$$\mu = \frac{(\Phi(w|0,\sigma) - 0.5)}{f(0|0,\sigma)}$$
 avec  $w$  la distance de troncation,  $\Phi(\cdot|0,\sigma)$  la fonction de densité cumulée d'une distribution normale de moyenne  $0$  et d'écart-type  $\sigma$ ; et  $f(\cdot|0,\sigma)$  la fonction de densité de probabilité d'une distribution normale de moyenne  $0$  et d'écart-type  $\sigma$ .

Une fois la valeur de  $\mu$  estimée (dénotée avec la notation 'chapeau' :  $\hat{\mu}$ ), la densité en nombre d'individus par unité de surface est estimée ainsi :

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

avec  $n$  : le nombre total de détections (réalisées à une distance perpendiculaire  $< w$ ,  $w$  étant la distance de troncation) ;  $\mathbb{E}[s]$  : l'effectif moyen des groupes détectés ( $\mathbb{E}[\cdot]$  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 cette première estimation dite non corrigée).

Les densités relatives d'oiseaux marins et de déchets ont été estimées par la méthode du transect en bande ou *strip-transect*. Cette méthode fait l'hypothèse que tous les animaux situés dans la largeur d'observation prédéterminée (0-200 m) sont détectés avec la même probabilité, qu'ils soient proches ou éloignés (à moins de 200 m) du transect.

Les effectifs moyens de groupe  $s$  pour chaque espèce (ou groupement) ont été estimés par strate. Ces estimations ont été réalisées sur l'ensemble des observations collectées en effort dans des conditions d'observation satisfaisantes (Beaufort  $\leq 3$  et condition subjectives  $>$  moyenne) et, pour les oiseaux, collectées dans la bande des 200 m.

L'intervalle de confiance à 95 % de la densité d'individus représente l'incertitude autour de la densité estimée  $\hat{D}$ . En supposant une distribution log-normale pour l'estimation de  $\hat{D}$  son intervalle de confiance est alors :  $[\hat{D}/C : \hat{D} \times C]$  (Buckland *et al.* 2001) avec :

$$C = \exp\left(1.96 \times \sqrt{\log\left(1 + \text{cv}[\widehat{D}]^2\right)}\right)$$

Le coefficient de variation ( $\text{cv}[\cdot]$ ) est une mesure d'incertitude relative :

$$\text{cv}[\widehat{D}] = \frac{\sqrt{\mathbb{V}[\widehat{D}]}}{\widehat{D}}$$

avec la variance  $\mathbb{V}[\widehat{D}] = \widehat{D}^2 \times \left(\frac{\mathbb{V}[n]}{n^2} + \frac{\mathbb{V}[f(0|0,\widehat{\sigma})]}{f(0|0,\widehat{\sigma})^2} + \frac{\mathbb{V}[s]}{\mathbb{E}[s]^2}\right)$

L'estimation de la densité est estimée par strate au sein de chaque secteur et l'estimation globale par secteur (densité stratifiée) est obtenue en pondérant les densités des strates par leur surface respective ( $S_i$ ). Par exemple, pour secteur avec deux strates, la densité stratifiée et sa variance sont estimées par :

$$\widehat{D}_{\text{Stratifiée}} = \frac{S_1 \widehat{D}_1 + S_2 \widehat{D}_2}{S_1 + S_2} \quad \mathbb{V}[\widehat{D}_{\text{Stratifiée}}] = \frac{S_1 \mathbb{V}[\widehat{D}_1] + S_2 \mathbb{V}[\widehat{D}_2]}{S_1 + S_2}$$

avec  $S_1$  et  $S_2$  : les surfaces des strates 1 et 2 au sein du secteur étudié.

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 3.6.1 (R Core Team 2019). Les fonctions de mise en forme des données et d'estimation des indices d'abondances relatives ont été rassemblées au sein d'un package développé par l'Observatoire Pelagis<sup>1</sup>.

### **Modélisation d'habitat (DSM ou Density Surface Modelling)**

L'estimation par Distance Sampling conventionnelle ne permet pas d'obtenir des estimations à une échelle spatiale plus fine que celle de la strate. Pour obtenir des cartes spatialisées de la densité, il faut recourir à la modélisation, et notamment à l'utilisation de modèles statistiques appelés 'Density Surface Modelling' (DSM, Miller et al. 2013). Cette modélisation spatiale de la densité repose sur l'utilisation d'un modèle additif généralisé (GAM ou 'Generalized Additive Model') et permet une estimation d'abondance et une cartographie de celle-ci sur toute la zone d'étude. Ces modèles permettent de corréliser les détections des animaux à des covariables environnementales, afin de mieux comprendre les mécanismes pouvant influencer la distribution et l'abondance relative des animaux. Les GAM permettent notamment de prendre en compte des relations non-linéaires entre abondance et les covariables environnementales (grâce à l'aide de fonction de lissage appelée 'splines', ici des *splines* cubiques de Bezier par défaut). L'inclusion de ces covariables, si pertinentes, permet de prédire la distribution et l'abondance à une échelle spatiale fine à l'intérieur des strates d'échantillonnages, voire d'extrapoler les prédictions en dehors de la zone échantillonnée (hors sujet pour le présent rapport). Cette capacité prédictive des DSM résulte de la possibilité d'inclure de covariables environnementales dans l'analyse, et donc de raffiner les estimations/prédictions avec des sources d'informations additionnelles. Il est donc possible d'obtenir des estimations quelque peu différentes entre l'approche conventionnelle (dite aussi '*design-based*') et l'approche par DSM (aussi appelée '*model-based*'). Réaliser une estimation par DSM demande de reformatter les données, notamment en segmentant les transects/legs en plus petites unités d'effort (appelés 'segments') d'une longueur standardisée (ici environ 10 km), cette opération a été réalisée avec l'outil PelaSIG et fournit pour chacun de ces segments la position de son centre (le centroïde). L'ensemble des covariables environnementales listées dans le tableau 1 ont été collectées à l'aide du logiciel ArcGIS 10.6 et de l'extension MGET (Roberts et al. 2010), puis associées au fichier de centroïde de l'effort. Ces covariables ont également été récupérées pour les 12 mois de l'années 2019 et 2020 sur une grille de 4x4 km de résolution englobant la zone d'étude ainsi que celle de la campagne CAPECET (Van Canneyt et al. 2020b).

<sup>1</sup> <https://gitlab.univ-lr.fr/pelaverse>

L'ensemble des analyses est réalisé sous R 4.0.2 (R Core Team, 2020), à l'aide notamment des packages *Distance* (Miller 2016) et *dsm* (Miller et al. 2016). Une suite de fonction dédiée à l'analyse par DSM a été écrite (Genu 2021). Une distribution négative binomiale a systématiquement été utilisée lors de l'ajustement du DSM aux données afin de tenir compte de la surdispersion typique des données de comptages en écologie. Un maximum de 3 covariables environnementales a été considéré simultanément dans les modèles, ceci afin de limiter la complexité de ces derniers, l'extrapolation lors des prédictions et faciliter l'interprétation (Authier et al. 2017). Le DSM incluait systématiquement un terme spatial pour tenir compte d'une éventuelle auto-corrélation spatiale dans les détections et également du trait de côte ; et un effet spécifique à chaque campagne pour tenir compte de variations inter-saisonnières et interannuelles. Seules des combinaisons de covariables faiblement corrélées (corrélation de Pearson  $< 0.5$ ) ont été considérées afin de limiter les problèmes de multi-colinéarité lors de l'ajustement des modèles. Si le nombre de détections le permettait ( $> 200$  sur l'ensemble des campagnes), des relations spécifiques entre chaque campagne et les covariables environnementales ont été considérées. En d'autres termes, une relation entre la bathymétrie et l'abondance (par exemple) pouvait changer entre l'hiver et l'été, ou entre les années. Elle n'était pas fixe dans le temps et le modèle permet donc d'inférer d'éventuels changements dans l'habitat. La sélection du modèle s'ajustant le mieux aux données a été réalisée à l'aide d'un critère prédictif appelé '*Akaike information criterion*' (*aic*). Ce critère permet de sélectionner un compromis entre la complexité d'un modèle et son adéquation aux données. Le modèle pour lequel ce critère est le plus petit est le modèle avec le meilleur compromis ajustement-complexité. Ce modèle a été retenu pour inférer l'habitat.

Pour l'estimation de l'abondance relative et pour la représentation de la distribution dans l'espace à partir des DSM, une approche par 'stacking' a été retenue (Yao et al. 2018). Cette approche permet de combiner les prédictions de plusieurs DSMs, ici les cinq modèles avec les *looic* les plus faibles, et de les moyennner. Ce faisant, l'approche par 'stacking' permet d'inclure l'incertitude liée au choix d'un modèle, mais surtout d'améliorer les prédictions en combinant des prédictions potentiellement différentes afin de limiter la dépendance des résultats au choix d'un seul modèle en particulier<sup>2</sup>. La particularité du 'stacking' est de pondérer la prédiction de chaque modèle en fonction du critère *loo* ('leave-one-out'). Ce critère accorde plus de poids à un modèle dont les prédictions sont différentes de celles des autres modèles. Il permet ainsi de panacher les prédictions et d'inclure l'incertitude liée au choix du modèle. A l'inverse, deux modèles faisant des prédictions très proches auront chacun un poids plus faible, mais la prédiction qu'ils font garde le même poids lors du moyennnage. Ainsi, il est possible que le meilleur modèle en termes de critère *looic* se retrouve avec un poids de 'stacking' égal à 0 si parmi les autres modèles considérés il y en a qui font des prédictions très similaires. L'approche de 'stacking' vise justement à éviter de récompenser la redondance des prédictions. Cette approche de moyennnage est mise en œuvre grâce à la bibliothèque *loo* (Vehtari et al. 2020). L'approche par 'stacking' a été utilisée pour obtenir une estimation de l'abondance relative totale et une carte de distribution/abondance pour chacune des campagnes.

Les cartes des prédictions ainsi que les estimations d'abondances relatives représentent une moyenne des cinq meilleurs modèles. De plus, l'échelle de couleur des cartes est non-linéaire (transformation racine carrée) pour mieux distinguer les faibles densités.

Les parties analyses de sensibilité et traitement des données digitales sont présentées à la fin de ce rapport et la partie méthodologiques est incluse à ce niveau.

---

<sup>2</sup> Cela est particulièrement désirable lorsque plusieurs modèles sont comparables en termes d'ajustement et de complexité, rendant délicat et quelque peu arbitraire le choix d'un seul parmi plusieurs modèles de même qualité.

Tableau 1. Covariables environnementales utilisées pour la modélisation.

Nom	Détail	Source
<b>Variables statiques</b>		
Depth	Profondeur en mètre d'après données à 1 min de résolution	Gebco 2020 <a href="https://www.gebco.net">https://www.gebco.net</a>
DistCot	Distance minimale au contour de côte, GEBCO 2020	Gebco +QGIS
Dist100	Distance minimale à l'isobathe 100m (GEBCO 2020)	Gebco +QGIS
Dist200	Distance minimale à l'isobathe 200m (GEBCO 2020)	Gebco +QGIS
SlopePerce	Pente en %	Gebco +ArcGIS 10.6
DistCanyon	Distance euclidienne au canyon/mont sous-marin le plus proche. Leur localisation est extraite <i>Global seafloor classification (Harris et al. 2014)</i>	<a href="http://www.bluehabitats.org/">http://www.bluehabitats.org/</a>
<b>Variables dynamiques</b>		
CHL_Clim	Climatologie mensuelle de la concentration mensuelle en Chlorophylle Aqua Modis 4km, moyennée sur 3 ans (2018-2020)	AquaMODIS+ MGETools 8a (ArcGIS 10.6)
CHL_month	Moyenne mensuelle du jour de l'échantillonnage de la concentration en Chlorophylle	"
CHL_4w	Climatologie moyennée sur les 4 semaines avant le dernier survol de la session (ou sous période de la session) de la concentration en Chlorophylle	"
SST_Clim	Climatologie mensuelle de la température de l'eau en surface (SST) Aqua Modis 4km, moyennée sur 3 ans (2018-2020)	"
SST_month	Moyenne mensuelle du jour de l'échantillonnage de la température de l'eau en surface	"
SST_4w	Climatologie moyennée sur les 4 semaines avant le dernier survol de la session (ou sous période de la session) de la température de l'eau en surface	"
SSTsd_4w	Climatologie moyennée sur les 4 semaines avant le dernier survol de la session (ou sous période) de l'erreur standard de la température de surface	"
POC_Clim	Climatologie mensuelle des particules organique de carbone moyennée sur 3 ans (2018-2020)	"
POC_month	Moyenne mensuelle des particules organique de carbone du jour de l'échantillonnage	"
SSH_month	Moyenne mensuelle de la hauteur d'eau absolue au jour de l'échantillonnage	"
SLA_month	Moyenne mensuelle de l'anomalie de hauteur d'eau au jour de l'échantillonnage	"
EKE_month	Moyenne mensuelle de l'énergie cinétique tourbillonnaire au jour de l'échantillonnage	"
EKEsd_month	Moyenne mensuelle de l'erreur standard de l'énergie cinétique tourbillonnaire au jour de l'échantillonnage	"

Tableau 1. Récapitulatifs des filtres appliqués pour chaque étape des analyses ou représentation.

Etape	Conditions appliquées
<b>Tableau d'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>5</sup></li> <li>✓ Exclues les observations centrales*</li> <li>✓ Uniquement les observations dans la bande de 200m pour les oiseaux et déchets et de 500m pour les bateaux.</li> </ul>
<b>Taux de rencontre spécialisés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La grille utilisée est de 10x10km pour la prédiction des espèces les plus abondantes et 20x20km pour les espèces moins rencontrées</li> <li>✓ Les cellules représentées contiennent un effort minimum de 10km</li> </ul>
<b>Fonction de détection</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Suppression des observations centrales</li> <li>✓ Modèle semi-normal appliqué pour la fonction de détection</li> <li>✓ Troncature des observations réalisées à 1 000m, 600, 500 ou 400m de distance perpendiculaire en fonction des groupes d'espèces</li> <li>✓ Sélection des observations en effort dans des conditions satisfaisantes (Etat de la mer ≤3 Beaufort et condition subjective= <i>Moyenne, Bonne ou Excellente</i>).</li> </ul>
<b>Estimation d'abondances relatives (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 8 sessions.</li> </ul>
<b>Collecte des données environnementales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Données statiques testées : bathymétrie, pente, distance aux canyons</li> <li>✓ Données dynamiques : (image télédéteectées de température de l'eau en surface, chlorophylle, Carbone organique en suspension et anomalie de hauteur d'eau)</li> </ul>
<b>Analyse des données digitales STORMM (sessions 2,7 et 8)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Analyse des images correspondant aux observations hors déchets et méduses sur 3 sessions, lorsque le système STORMM a été mis en place (environ la moitié de chacune des 3 sessions)</li> <li>✓ Report des corrections avant la détermination des habitats favorables pour les mammifères marins uniquement</li> </ul>
<b>Caractérisation de l'habitat et prédiction spatiale de l'abondance relative (<i>Density surface Modeling</i>)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Distribution négative binomiale pour l'ajustement du DSM</li> <li>✓ 3 covariables environnementales maximum ont été considérées.</li> <li>✓ Intégration d'un terme spatial et d'un effet spécifique à chaque campagne, et les covariables environnementales ont été considérées.</li> <li>✓ La sélection des 5 meilleurs modèles a été réalisée à l'aide du critère <i>looic</i></li> <li>✓ Pour l'estimation de l'abondance et des cartes de prédiction, une approche par '<i>stacking</i>' a été retenue permettant de combiner les prédictions des cinq meilleurs modèles prédictifs.</li> <li>✓ Les prédictions saisonnières présentées dans ce rapport sont faites sur les mois correspondants aux différentes sessions, à savoir pour l'hiver : février 2019 et 2020, le printemps : mai 2019 et 2020, l'été : août 2019 et 2020 et l'automne : octobre 2019 et 2020.</li> </ul>

<sup>5</sup> *circle-back* : boucle de demi-tour 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.

## II. RÉSULTATS

### A. EFFORT D'OBSERVATION ET CONDITIONS

Au cours de ses deux années de campagne SPEE, l'effort d'échantillonnage planifié a été réalisé à 99 %, ce qui représente un total de 27 000 km (154 h) échantillonnés sur les 2 années (Tableau 2). Les conditions rencontrées pour l'état de la mer sont présentées sur la figure 4 et synthétisées sur la figure 5. Sans surprise, les sessions d'hiver et d'automne offrent les conditions les moins bonnes, alors qu'au printemps et en été les conditions sont bien meilleures. Malgré tout, quelle que soit la saison (Figure 5), 90 à 100 % du temps d'observation a été réalisé avec des conditions de mer inférieures ou égales à 3 Beaufort (données conservées pour les analyses).

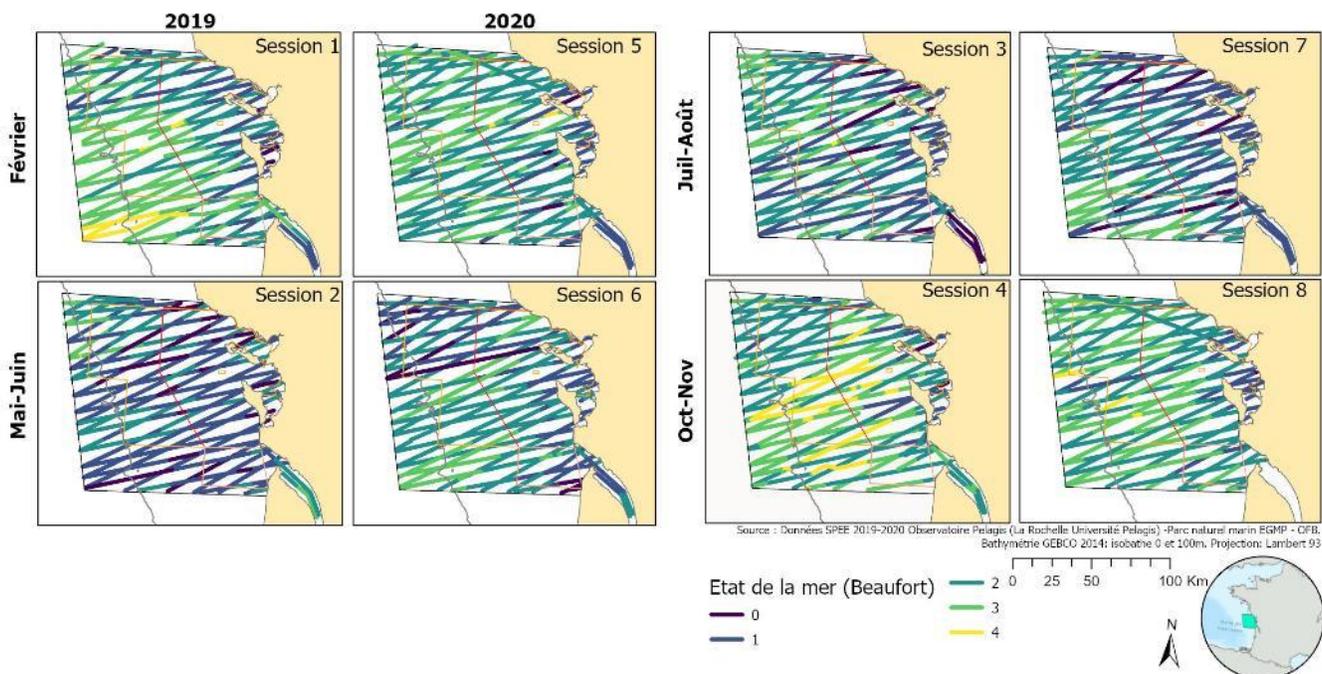


Figure 4. Echantillonnage réalisé en fonction de l'état de la mer (Echelle beaufort) rencontré au cours des 8 sessions de 2019 et 2020.

Tableau 2. Effort d'observation prévu et réalisé en kilomètres et heures de vol (HDV) pour chacune de sessions SPEE I et II (2019 et 2020).

Saison	Année	Session	Effort prévu (km)	Effort prévu (HDV)	Effort réalisé (km)	Effort réalisé (HDV)	Effort réalisé (%)
Hiver	2019	Session 1	3 500	21	3 319	19,1	95%
	2020	Session 5	3 500	21	3 582	20,2	102%
Printemps	2019	Session 2	3 500	21	3 505	19,8	100%
	2020	Session 6	3 500	21	3 455	18,8	99%
Été	2019	Session 3	3 500	21	3 460	18,3	99%
	2020	Session 7	3 500	21	3 481	19,5	99%
Automne	2019	Session 4	3 500	21	3 355	18,8	96%
	2020	Session 8	3 500	21	3 550	19,3	101%
<b>Moyenne</b>			<b>3 500</b>	<b>21</b>	<b>3 463</b>	<b>19,2</b>	<b>99%</b>
<b>Total</b>			<b>28 000</b>	<b>168</b>	<b>27 707</b>	<b>153,8</b>	<b>99%</b>

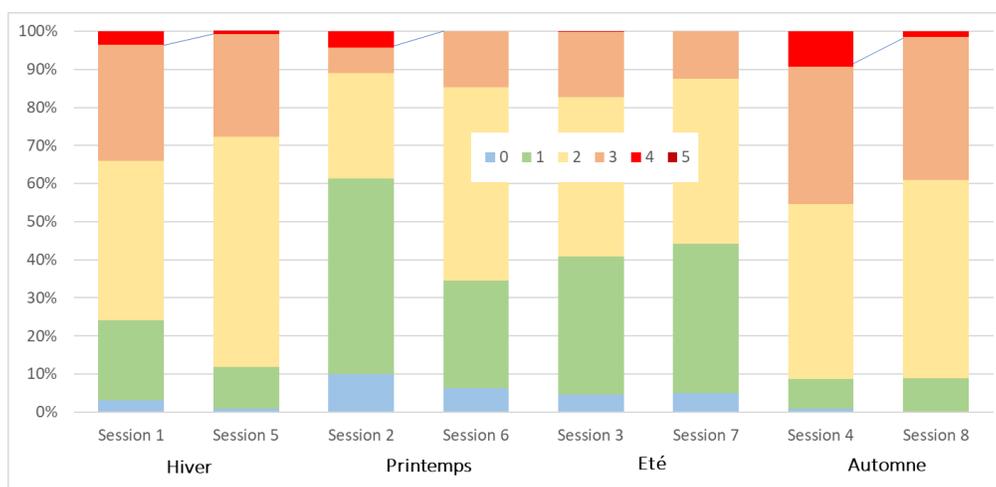


Figure 5. Pourcentage du temps passé en observation en fonction de l'état de la mer (en Beaufort) par saison pour chacune de 8 sessions de SPEE 2019 et 2020.

## B. DISTRIBUTION ET ABONDANCE RELATIVE

Dans ce rapport ne sont présentées que les données collectées en effort d'observation. Le volume de données est considérable puisque qu'au cours des 8 sessions d'observation c'est un total de 716 observations de mammifères marins (petits cétacés essentiellement) qui a été relevé dont 714 de cétacés (3 897 individus), 14 784 d'oiseaux marins (42 591 individus), 3 319 pour les autres espèces de la mégafaune marine (dont 2 181 observations de méduses), et pour les activités humaines : 3 822 observations de déchets ont été relevées, 645 de bouées de pêche et 920 observations de navires (dont 640 de bateaux de plaisance et 203 de navires de pêche). Les déchets de pêche sont également distingués, il s'agit des déchets possiblement emmêlant pour la faune marine (bout, filet maillant, filet de chalut, etc.).

### Les fonctions de détection

Les fonctions de détections utilisées pour les estimations d'abondances relatives sont présentées en annexe 2, elles ont été estimées pour l'ensemble des campagnes pour le marsouin, le dauphin commun et les petits delphininés indéterminés, le grand dauphin, les requins, le poisson lune et les autres grands poissons.

### Les mammifères marins

Au cours des 8 sessions, pour les mammifères marins, 10 taxons distincts (espèces ou groupes d'espèces) ont été observés (Tableau 3), avec 3 espèces majoritairement présentes : le dauphin commun, le marsouin commun et le grand dauphin. Le traitement des images STORMM permet de préciser l'espèce pour 33 % des observations de cétacés non identifiés à l'espèce lors de l'observation visuelle. Les photos ont été analysées pour les mammifères marins et les résultats sont présentées dans la partie III-D. Les observations de cétacés nécessitant une correction ou une précision à l'espèce ont été corrigées avant la modélisation d'habitat.

Deux espèces à morphologie très proche sont très difficiles à discriminer dans les observations aériennes. Il s'agit du dauphin commun et du dauphin bleu et blanc, notés comme "petits delphininés" lorsque l'espèce n'a pu être identifiée avec certitude. Le groupe des petits delphininés rassemble 1/3 des observations, mais on peut, sans prendre trop de risque, poser l'hypothèse que la grande majorité de ces observations appartiennent au dauphin commun. En effet, le traitement des images STORMM le confirme (voir III-D).

Les taux de rencontre de petits cétacés sont élevés en hiver, principalement pour le dauphin commun et le marsouin commun. Ils décroissent au cours des saisons suivantes et atteignent les plus basses valeurs en été, sauf pour le grand dauphin (Figures 6 à 12). Quelle que soit la saison, les petits delphininés, et donc le dauphin commun, sont les plus présents dans la composition du peuplement de cétacés. On note la quasi-absence d'observation de marsouin commun en été et de grand dauphin au printemps. Les dauphins de Risso ont été observés à plusieurs reprises en hiver, au printemps et à l'automne (Figure 13), notamment dans la limite du Parc. Deux observations de phoques indéterminés (phoque gris probable) ont été relevées. Les autres espèces rencontrées hors des limites du parc et des ZPS sont le globicéphale noir, les deux espèces de rorquals (rorqual commun et petit rorqual) et une baleine à bec du genre mésoplodon dont l'espèce n'a pu être identifiée.

La synthèse des résultats de distribution, l'évolution saisonnière de leur densité ainsi que les habitats favorables au cours des 4 saisons des 2 années sont présentés à la suite par espèces ou groupe d'espèces (Figures 6 à 12). Les fonctions de détection obtenues sont présentées en annexe 2 et les estimations par CDS de la densité et l'abondance sur la zone d'étude et à titre informatif (à prendre avec grande précaution) pour la zone du parc marin et de la ZPS Pertuis - Rochebonne sont ajoutées en annexe 3 à 5. Les détails d'analyse de la modélisation d'habitat et les résultats d'abondance relative obtenus sont présentés en annexe 6 pour les cétacés.

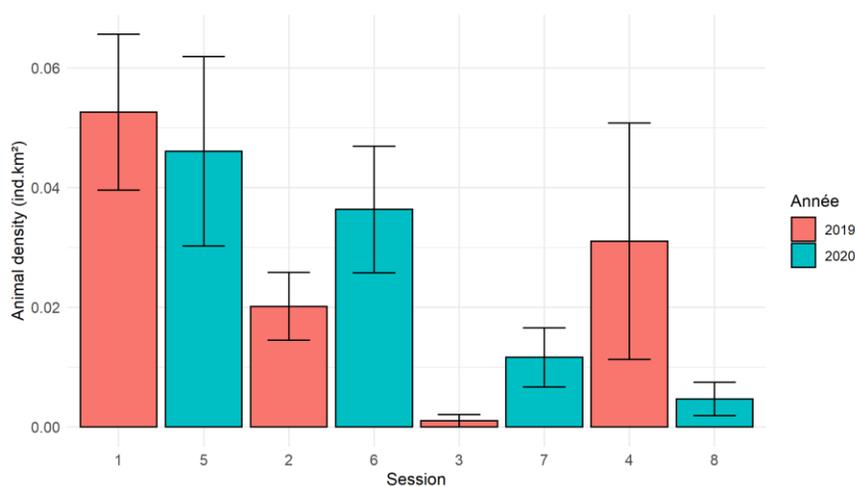
Tableau 3. Observations de mammifères marins (et nombre d'individus) relevées par saison et session au cours des campagnes SPEE – 2019 et 2020.

	Hiver		Printemps		Été		Automne	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
<b>Sessions</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>8</b>
Phoque ind. (Phocidae sp.)	1 (1)	-	-	-	-	-	1 (1)	-
Moyen cétacé ind.	-	-	-	-	-	-	-	1 (3)
Petit cétacé ind.	2 (10)	9 (14)	2 (2)	1 (1)	2 (4)	-	1 (1)	2 (2)
Delphinidé ind. (Delphinidae sp.)	8 (55)	8 (32)	3 (18)	1 (5)	3 (14)	5 (38)	8 (29)	5 (32)
Marsouin commun (Phocoena phocoena)	35 (53)	24 (51)	19 (22)	25 (39)	1 (1)	8 (13)	13 (29)	3 (5)
Dauphin commun (Delphinus delphis)	40 (195)	36 (250)	28 (137)	27 (389)	10 (92)	9 (77)	4 (47)	2 (16)
Dauphin commun / Dauphin bleu et blanc	62 (528)	99 (493)	14 (79)	40 (334)	14 (86)	27 (283)	14 (42)	27 (144)
Dauphin bleu et blanc (Stenella coeruleoalba)	-	-	-	-	1 (14)	-	-	-
Grand dauphin (Tursiops truncatus)	12 (36)	1 (1)	-	6 (47)	14 (33)	9 (23)	2 (8)	8 (22)
Dauphin de Risso (Grampus griseus)	-	4 (19)	1 (1)	2 (2)	-	-	8 (20)	-
Globicéphale noir (Globicephala melas)	-	-	-	1 (3)	-	-	-	-
Mésoplodon ind. (Mesoplodon sp.)	-	-	-	1 (1)	-	-	-	-
Petit rorqual (Balaenoptera acutorostrata)	-	-	1 (1)	-	-	-	-	-
Rorqual commun (Balaenoptera physalus)	-	-	-	-	-	1 (1)	-	-
<b>Total</b>	<b>160 (878)</b>	<b>181 (860)</b>	<b>68 (260)</b>	<b>104 (821)</b>	<b>45 (244)</b>	<b>59 (435)</b>	<b>51 (177)</b>	<b>48 (224)</b>

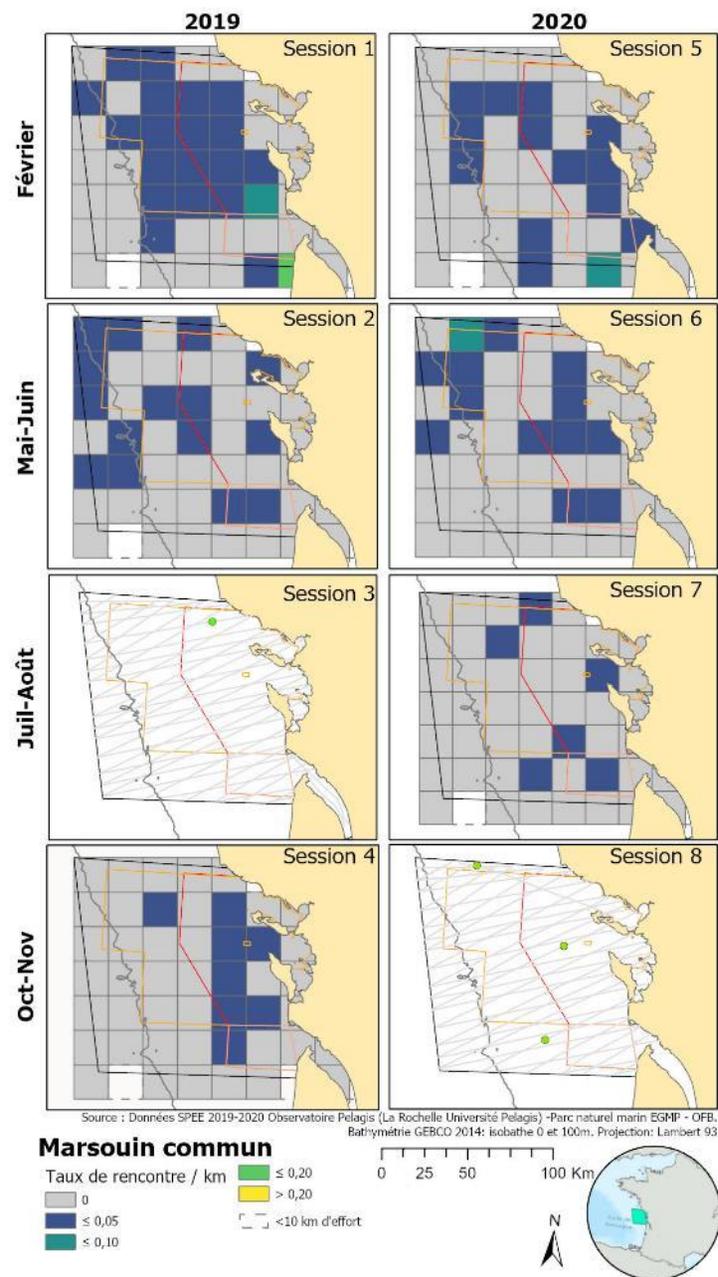


## Le marsouin commun

- ✓ Présent toute l'année dans la zone d'étude y compris à l'échelle du parc et de la ZPS Pertuis-Rochebonne (Figures 6).
- ✓ Espèce relativement côtière et saisonnalité marquée avec une distribution plus étendue en hiver et au printemps.
- ✓ Densités maximales en hiver et minimales en été, et avec une variabilité interannuelle plus importante pour les densités intermédiaires observées au printemps et l'automne.



Figures 6. Densités estimées (individus.km<sup>-2</sup>) pour le marsouin commun pour les 8 sessions des campagnes SPEE 2019-2020, par analyses CDS sur la zone d'étude (gauche) et cartes (droite) des taux de rencontre (observation/km sur une grille de 20x20km,) ou des observations lorsqu'elles sont inférieures à 3 collectées par session.



## Sélection du DSM

Modèle	looic	weight	CHL_clim	CHL_4w	SST_clim	SST_4w	SLA_month	EKE_month	depth	distCoast	Slope	distCanyon
1	1021.9	0.73		x	x					x		
2	1022.2	0.24			x					x		
3	1022.7	0,00			x					x	x	
4	1022.8	0.03			x			x		x		
5	1023.2	0,00			x		x			x		

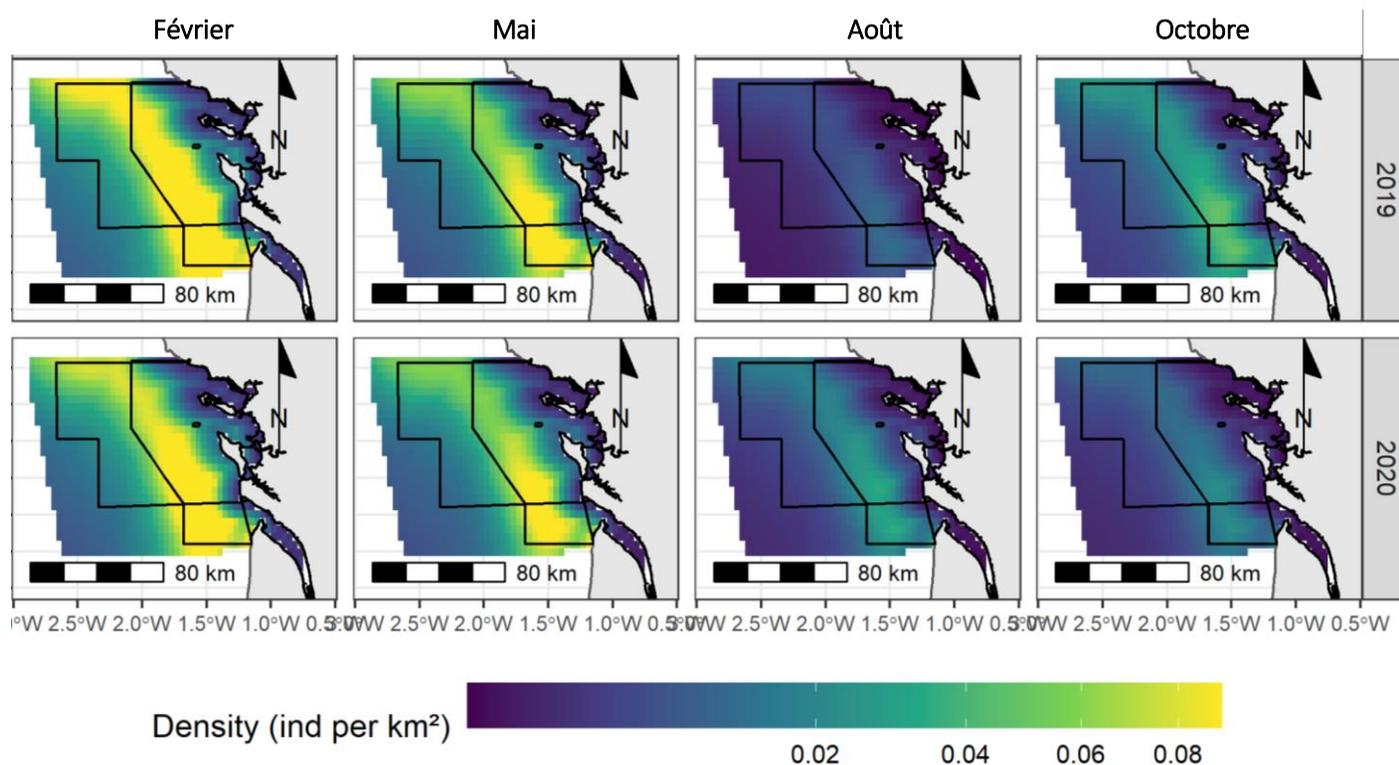
Le meilleur modèle inclut trois covariables : la concentration de chlorophylle a, la climatologie de température de surface de l'eau et la distance à la côte. Les deux dernières étant systématiquement incluses dans les cinq meilleurs modèles retenus, mais les deux premiers ont des poids de stacking cumulés de plus de 0.95. Pour les graphiques de l'annexe 6, le modèle 1 a été retenu. Le nombre de détection de marsouins ne permettait pas d'ajuster de modèles autorisant des relations différentes entre les différentes sessions ou saisons.

La relation entre densité de marsouins et concentration de chlorophylle est très faible. Une plus forte densité de marsouin est prédite à environ 30 km des côtes et la densité est également plus importante dans des eaux froides. Ainsi, les prédictions ci-dessous mettent en évidence une plus forte densité des marsouins en hiver et au début du printemps, en particulier au sud de la zone d'étude dans une zone sous l'influence du panache de la Gironde.

Les densités sont plus faibles en été et en automne, avec toutefois une augmentation prédite entre octobre et décembre du fait de la baisse de la température des eaux. Une

abondance relative particulièrement faible en été 2019 est à noter, correspondant à la session où une seule détection a été réalisée. Les abondances prédites dans la zone d'étude sont rapportées en Annexe 6.

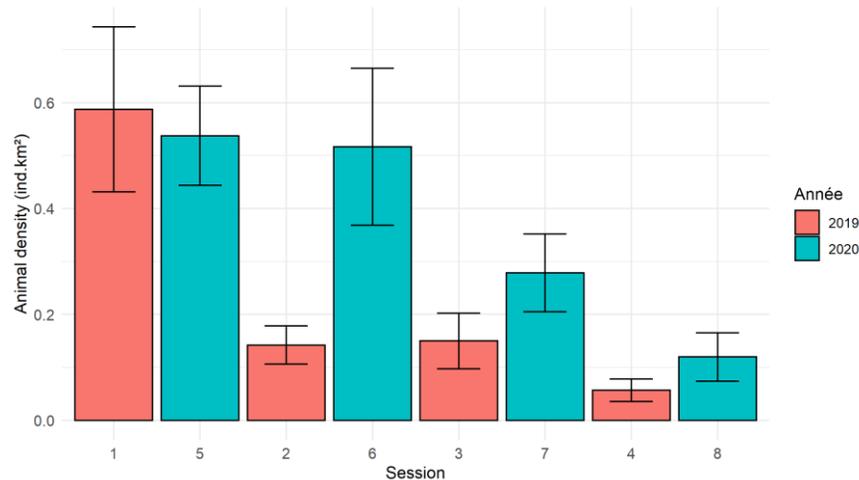
Figure 7. Prédiction de la densité de marsouins lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 6.



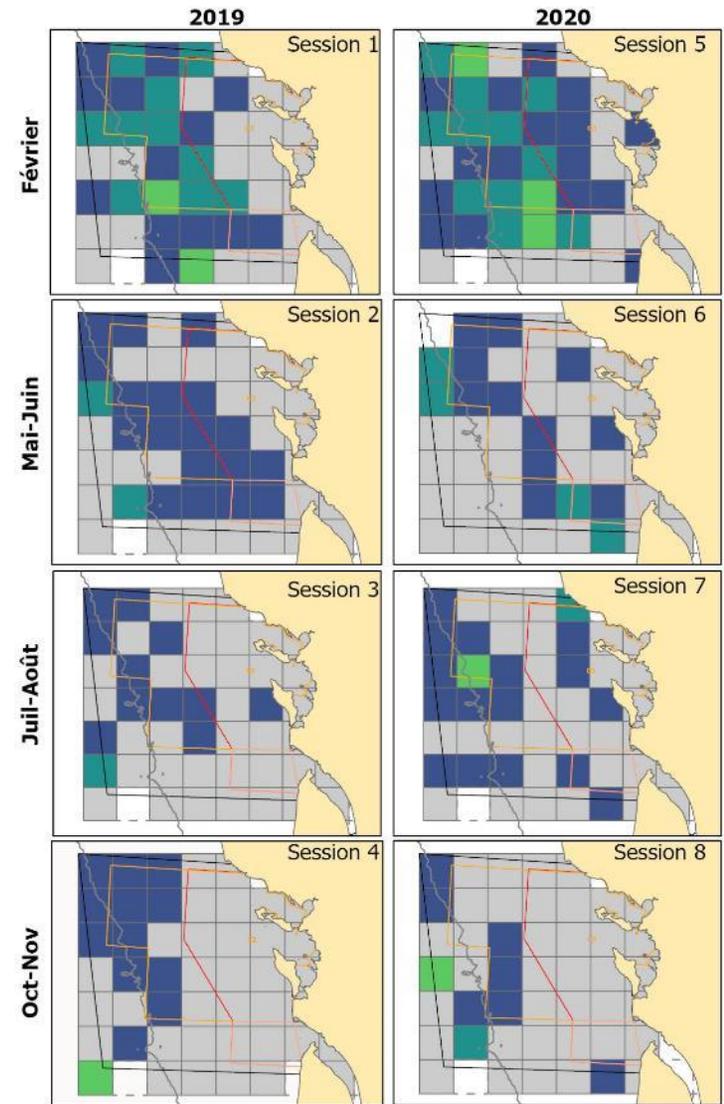


## Le dauphin commun (et petits delphininés)

- ✓ Présent toute l'année dans la zone d'étude y compris au sein de la ZPS Pertuis-Rochelonne. Il semble ici absent du périmètre du parc à l'automne (Figures 8).
- ✓ Distribution plus étendue et localisée préférentiellement entre -50 m et -100 m en hiver et au printemps. En été et à l'automne, il est moins omniprésent et se distribue globalement plus au large.
- ✓ Densités maximales en hiver et minimales à l'automne, avec une variabilité interannuelle plus importante pour les densités intermédiaires notamment au printemps. Des variations importantes dans la taille des groupes observés ont induit au printemps 2020 une densité similaire à celle de l'hiver.



Figures 8. Densités estimées (individus.km<sup>-2</sup>) pour le dauphin commun (et petits delphininés indéterminés) pour les 8 sessions des campagnes SPEE 2019-2020, par analyses CDS sur la zone d'étude (gauche) et cartes (droite) des taux de rencontre (observation/km sur une grille de 20x20km).



Source : Données SPEE 2019-2020 Observatoire Pelagis (La Rochelle Université Pelagis) - Parc naturel marin EGMP - OFB. Bathymétrie GEBCO 2014: isobathe 0 et 100m. Projection: Lambert 93

### Dauphin commun

(et dauphins bleu et blanc ou commun non identifiés)

Taux de rencontre / km

- 0
- ≤ 0,05
- ≤ 0,10
- > 0,20

□ <10 km d'effort

0 25 50 100 Km

N

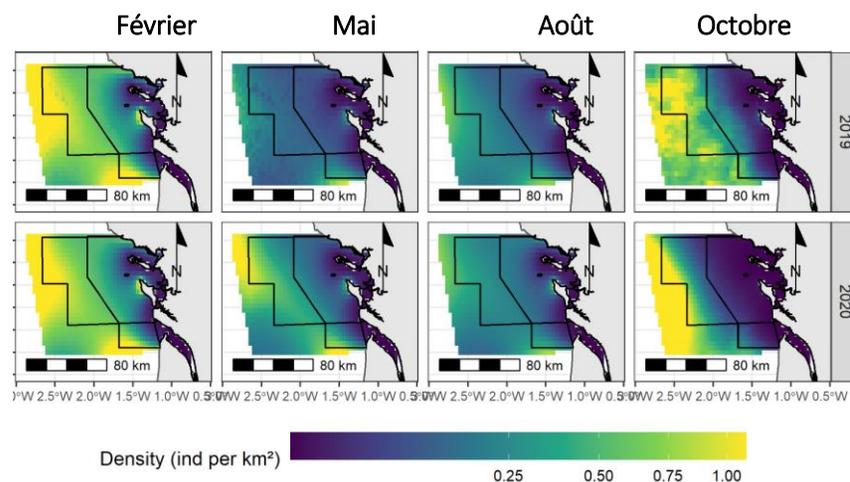
### Sélection du DSM

Modèle	looic	stacking	CHL_clim	CHL_4w	SST_clim	SST_4w	SLA_month	EKE_month	depth	distCoast	Slope	distCanyon
1	3318.8	0.61			x		x					x
2	3322.9	0.39			x		x				x	
3	3325.7	0,00			x		x					
4	3327.3	0,00			x		x		x			
5	3328.2	0,00			x		x	x				

Le meilleur modèle inclut trois covariables : **la climatologie de température de surface de l'eau, l'anomalie de hauteur d'eau et la distance au canyon**. Les deux premières covariables sont systématiquement incluses dans les cinq meilleurs modèles retenus, mais seuls les deux premiers ont des poids de stacking non nuls. Pour les graphiques de l'annexe 6, le modèle 1 a été retenu. La relation entre densité de petits delphinidés et anomalie de hauteur d'eau est stable entre les années mais variables entre les saisons : nulle en hiver et en été, elle est positive au printemps et négative à l'automne. Les relations avec les deux autres covariables présentent des variations entre les années et les saisons. La relation entre la densité et la climatologie de température de surface de l'eau est nulle en hiver et au printemps, légèrement négative en été et positive à l'automne, avec un effet très fort en 2019 mais pas en 2020. Enfin, la relation avec la distance au canyon est en général nulle, sauf pour l'été 2019 et l'automne 2020 où une relation négative est mise en évidence. La magnitude de cette relation reste toutefois plus faible par rapport à celles estimées avec les autres covariables. Dans le cas de la distance au canyon, il est possible que l'absence de relation pendant certaines sessions soit un effet de l'échantillonnage étant donné les connaissances sur les petits delphinidés dont il est attendu d'observer de plus fortes densités au large, et notamment dans la zone de la tête du Canyon du Cap Ferret au sud-ouest de la zone d'étude.

Les prédictions ci-contre (Figure 9) mettent en évidence une forte densité des petits delphinidés en hiver et à l'automne (mais seulement sur le mois d'Octobre ; cf. Annexe 6), en particulier au large et au sud de la

zone d'étude. Cette forte densité en octobre est liée principalement à la climatologie de température de surface de l'eau : ces températures diminuent entre octobre et décembre de sorte que l'abondance relative prédite diminue également. Une forte densité à la pointe nord de l'île d'Oléron en hiver est suggérée par le modèle, mais pourrait être un artefact de modélisation. Les densités sont plus faibles en été et au printemps, avec toutefois des zones de plus fortes densités au nord-ouest et au sud de la zone d'étude. Les abondances prédites dans la zone d'étude sont rapportées en Annexe 6.

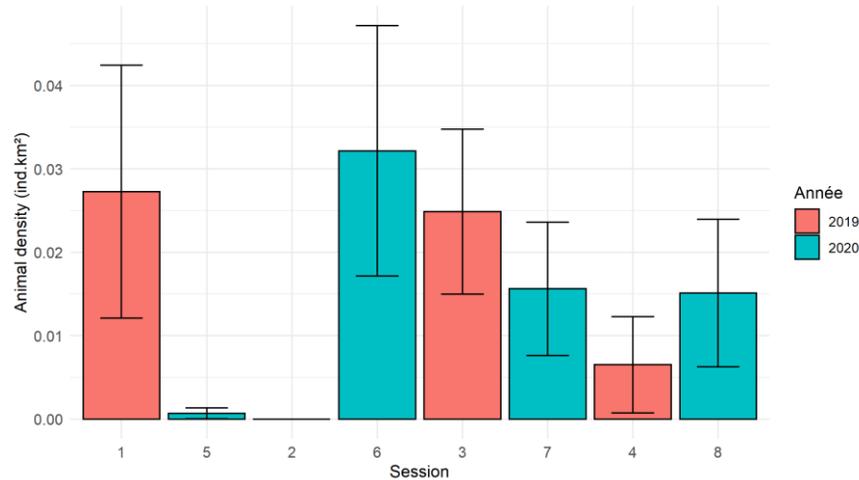


*la densité des petits delphinidés lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 6.*

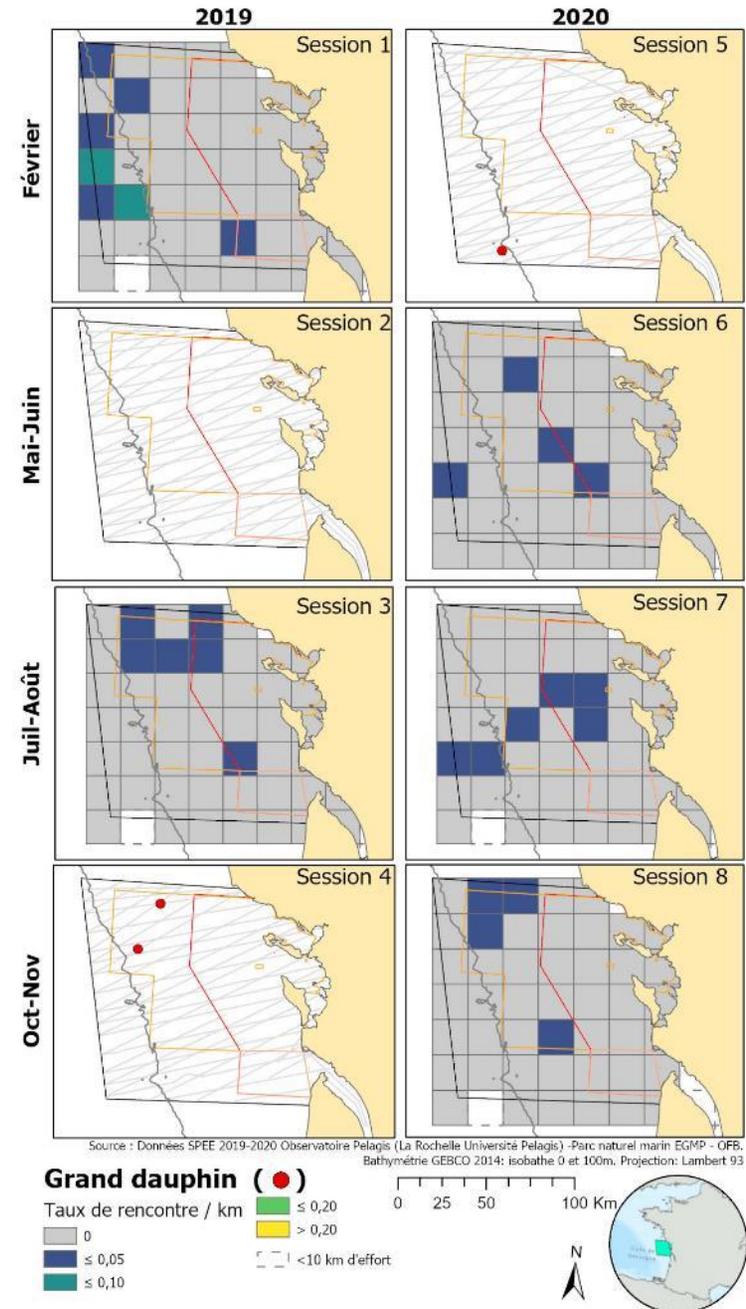


## Le grand dauphin

- ✓ Malgré des variations, il semble présent toute l'année dans la zone d'étude ou la ZPS Pertuis-Rochebonne. Plus côtier en été, il est également présent dans le périmètre du parc à cette saison. L'hiver, il est en limite de zone et semble privilégier les profondeurs au-delà de -100 m (Figures 10).
- ✓ Les densités montrent une variabilité inter annuelle, ici en hiver et au printemps, il est difficile de décrire un schéma de fréquentation.



Figures 10. Densités estimées (individus.km-2) pour le grand dauphin pour les 8 sessions des campagnes SPEE 2019-2020, par analyses CDS sur la zone d'étude (gauche) et cartes (droite) des taux de rencontre (observation/km sur une grille de 20x20km) ou des observations (si moins de 3 observations collectées par session).



### Sélection du DSM

Modèle	loaic	weight	CHL_clim	CHL_4w	SST_clim	SST_4w	SLA_month	EKE_month	depth	distCoast	Slope	distCanyon
1	647.0	0.52				x					x	
2	656.3	0,00					x					
3	657.4	0.01	x								x	
4	657.7	0.01		x				x			x	
5	658.0	0.46			x		x	x				

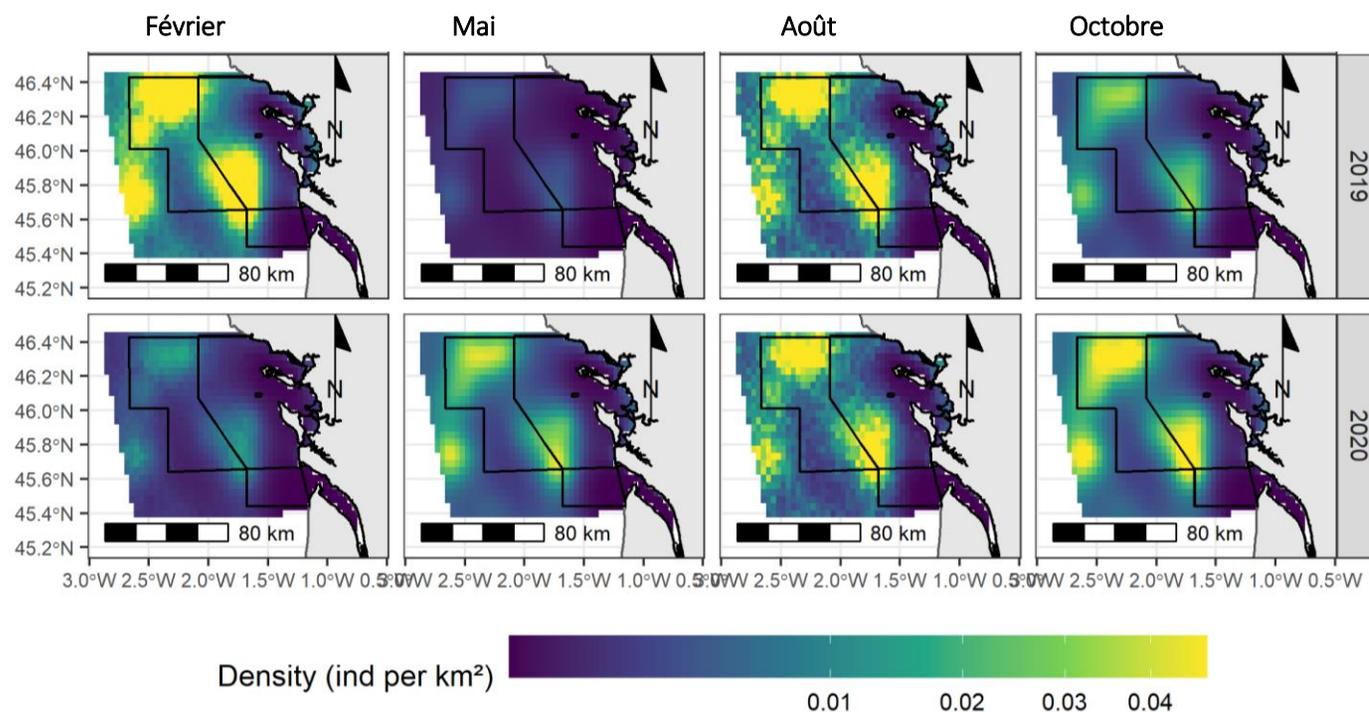
Le meilleur modèle inclut deux covariables : **la température de surface** et **la pente**. La pente est incluse dans trois des cinq meilleurs modèles retenus, mais seuls le premier et le dernier ont des poids de stacking non nuls. Pour le reste des modèles, peu de covariables communes sont retenues entre les différents modèles : cela suggère une faible caractérisation de l'habitat à partir des variables envisagées pour la modélisation. Le petit nombre de détection de grands dauphins ne permettait pas d'ajuster de modèles autorisant des relations différentes entre les sessions, mais semblait suffisant pour estimer des relations différentes entre les saisons. Pour les graphiques de l'annexe 6, le modèle 1 a été retenu.

La relation entre densité de grands dauphins et concentration de chlorophylle a est nulle sauf en automne où elle est négative. La relation avec la pente est également négative et est ramassé sur des petites valeurs, suggérant une plus forte densité sur les zones de pente nulle dans la zone d'étude. Ces deux effets sont toutefois relativement faibles. La caractérisation de l'habitat sur la zone d'étude à partir des covariables envisagées n'est pas marquée.

Les prédictions ci-dessous mettent en évidence une forte densité du grand dauphin en été pendant les deux années 2019 et 2020. Une forte abondance relative en hiver 2019 et en automne 2020 sont également prédite. Il ne semble pas se dégager de patrons saisonniers marqués hormis une abondante plus forte en été.

Les abondances prédites dans la zone d'étude sont rapportées en Annexe 6. Il est à noter toutefois une forte variabilité des prédictions entre les différents modèles. Pour cette raison, la médiane plutôt que la moyenne est rapportée en annexe 3 car moins sensible aux prédictions extrêmes.

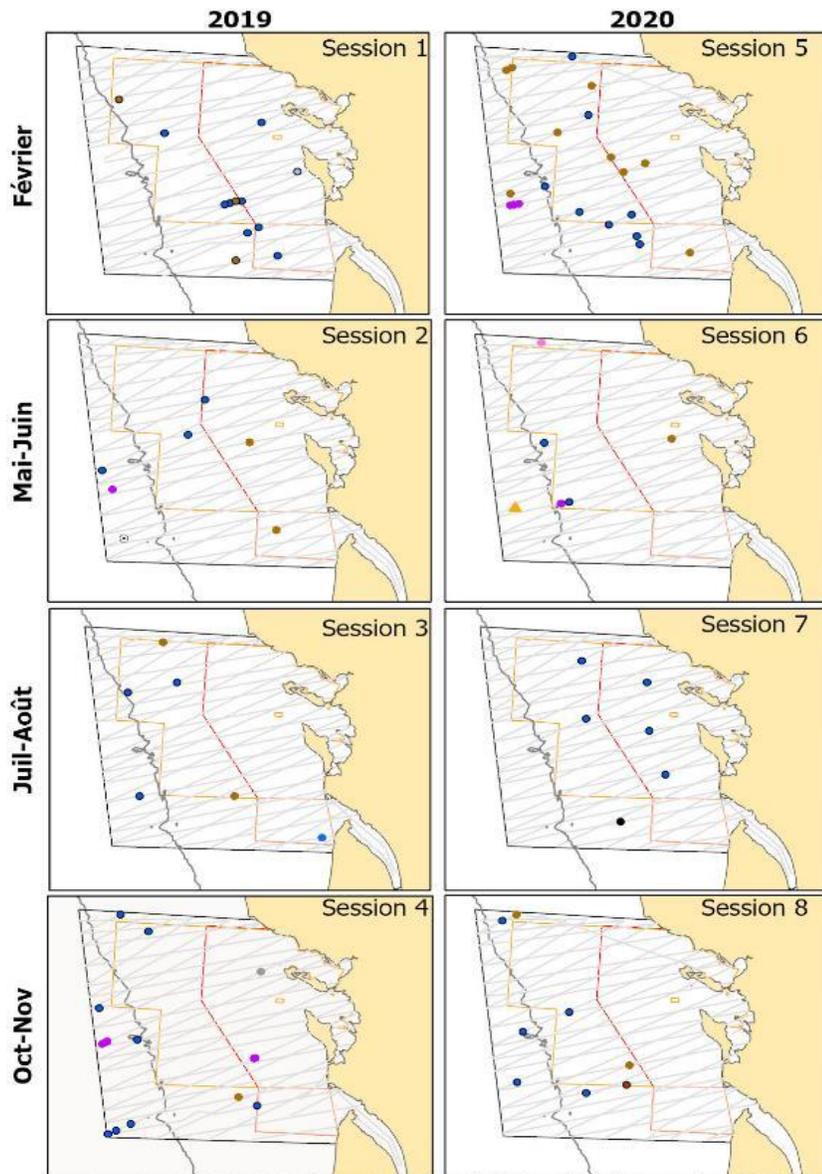
Figure 11. Prédiction de la densité du grand dauphin lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 6.



Le meilleur modèle inclut deux covariables : **la température de surface** et **la pente**. La pente est incluse dans trois des cinq meilleurs modèles retenus, mais seuls le premier et le dernier ont des poids de stacking non nuls. Pour le reste des modèles,

## Les autres espèces de mammifères marins

Les autres espèces de mammifères marins rencontrées sont reportées sur la figure 12. Plusieurs observations n'ont pu permettre une identification à l'espèce, c'est le cas pour des observations classées en « delphinidé indéterminé » correspondant soit à du grand dauphin soit à des petits delphininés ; pour des observations classées en « petit cétacé indéterminé » correspondant soit au marsouin commun soit à des petits delphininés ; et enfin pour des observations classées en « moyen cétacé indéterminé » pouvant correspondre aussi bien à des grands delphinidés (globicéphale par exemple), qu'à du petit rorqual ou encore de la baleine à bec ;



Source : Données SPEE 2019-2020 Observatoire Pelagis (La Rochelle Université Pelagis) - Parc naturel marin EGMP - OFB, Bathymétrie GEBCO 2014: isobathe 0 et 100m. Projection: Lambert 93

### Les autres espèces de mammifères marins

- Delphinidae sp.
- Globicephala melas
- Grampus griseus
- Mesoplodon sp.
- Petit Cétacé
- Moyen Cétacé
- Balaenoptera physalus
- Phocidae sp.
- Balaenoptera acutorostrata
- Stenella coeruleoalba

Parmi les autres espèces de cétacés rencontrées et indentifiées à l'espèce dans la zone d'étude :

- le **dauphin de Risso** a été observé à plusieurs reprises en hiver, au printemps et à l'automne, où une observation a été réalisée au sein du périmètre du Parc marin.

- le **globicéphale noir** observé à une seule reprise en limite nord de la zone d'étude au printemps.

- une seule observation a permis de confirmer la présence du **dauphin bleu et blanc** sur la zone au printemps.

- le **petit rorqual** a été observé une fois au printemps, et le **rorqual commun** observé en été au large de l'estuaire de la Gironde.

- Enfin, plus rare et méconnu pour la zone, un **mésoplodon** dont l'espèce n'a pu être déterminée a également été observé en limite de zone.

- De plus, deux observations de phoques (jeune phoque gris probable) ont été relevées, une à l'automne et l'autre en hiver

Figure 12. Carte des observations d'autres espèces de mammifères marins collectées au cours des campagnes SPEE en 2019 et 2020.

## Les oiseaux marins (et oiseaux du littoral)

Au cours des deux années, une trentaine d'espèces ou groupes d'espèces d'oiseaux ont été observées (Tableau 4). Il reste cependant impossible de discriminer les espèces depuis l'avion pour certaines familles d'oiseaux, comme les alcidés, les hydrobatidés (océanites), les sternes, les petits puffins et bien d'autres, notamment lorsqu'ils sont observés posés, comme les anatidés et les petits laridés (mouettes). Néanmoins, le volume de données pour les oiseaux marins observés au large est considérable et tout à fait complémentaire aux suivis ornithologiques réalisés à terre.

C'est en automne et surtout en hiver que les taux de rencontre d'oiseaux marins sont les plus élevés, supérieurs à 0,5 observation / km sur quasiment toute la zone du Parc et des deux ZPS (figure 13). En saison froide, c'est au large que les observations d'oiseaux sont les plus nombreuses et inversement en saison chaude où ils sont moins fréquents et davantage côtiers.

La synthèse de ces résultats de distribution et l'évolution saisonnière des densités est présentée à la suite par espèces ou groupe d'espèces (figures 14 à 39).

Les estimations par CDS de la densité et l'abondance relative sur la zone d'étude et à titre informatif (à prendre avec grande précaution) pour la zone du parc Marin et de la ZPS Pertuis charentais - Rochebonne sont ajoutées en Annexes 3 à 5.

Les détails d'analyse de la modélisation d'habitat et les résultats d'abondance obtenus sont présentés en Annexe 7 pour les oiseaux. De la même manière que pour les estimations par CDS, les résultats d'abondance prédite par modélisation sont à prendre avec précaution.

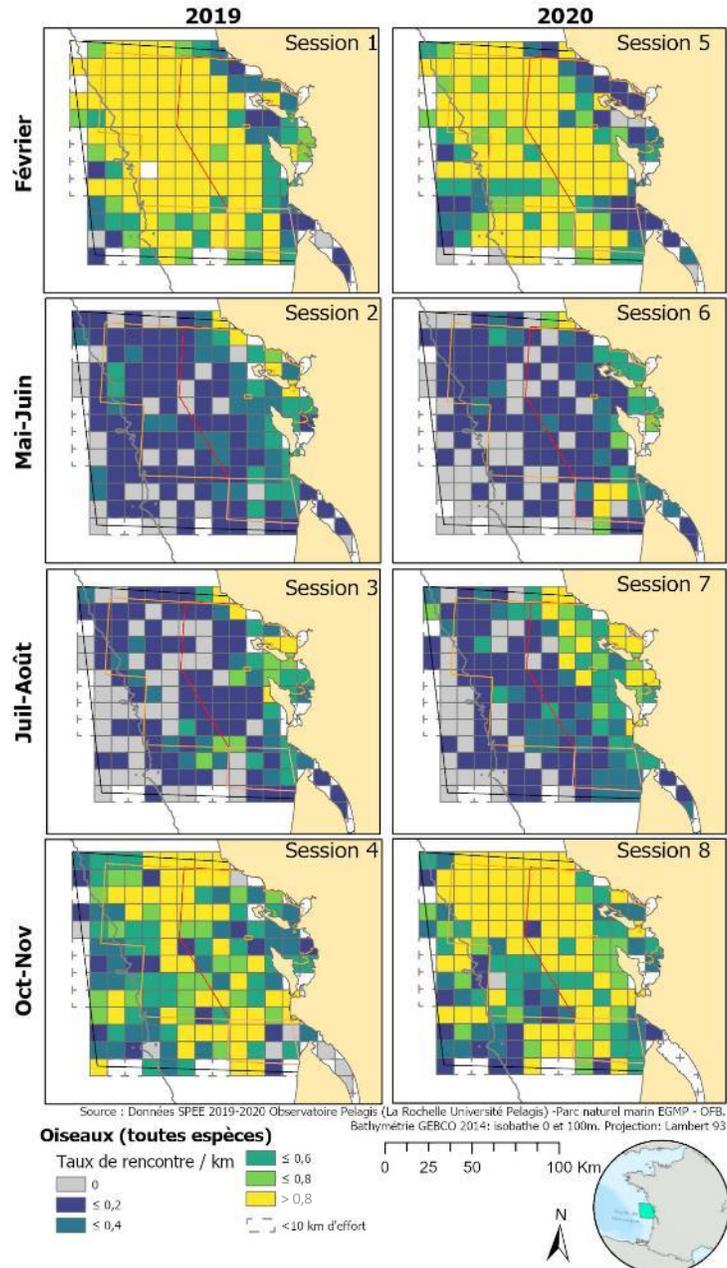


Figure 13. Taux de rencontre (observations/km sur une grille de 10x10m) de l'ensemble des observations d'oiseaux collectées (en effort) au cours des campagnes SPEE en 2019 et 2020.

Tableau 4. Observations d'oiseaux (et nombre d'individus) relevées au cours des campagnes SPEE – 2019 et 2020.

Session	Hiver		Printemps		Été		Automne	
	2019	2020	2020	2020	2019	2019	2020	2020
	1	5	2	6	3	7	4	8
Alca /Uria	2 153 (5 793)	1 475 (3 218)	6 (14)	1 (1)			768 (1 584)	936 (2 349)
Fou de Bassan ( <i>Morus bassanus</i> )	371 (924)	726 (1 609)	131 (156)	82 (97)	91 (101)	167 (264)	702 (1 842)	952 (2 388)
Océanite ind.		6 (9)	42 (52)	8 (8)	27 (54)	135 (259)	46 (93)	211 (621)
Fulmar boréal ( <i>Fulmarus glacialis</i> )		1 (1)	1 (1)				2 (2)	
Puffin ind.						2 (11)		
Grand puffin ind.		1 (1)		2 (2)		9 (13)		23 (240)
Puffin cendré ( <i>Calonectris diomedea</i> )					1 (1)	20 (22)		
Puffin majeur ( <i>Puffinus gravis</i> )		1 (1)						10 (69)
Petit Puffin ind.		9 (21)	21 (41)	28 (288)	4 (7)	7 (8)		32 (314)
Laridé ind.	12 (423)	3 (32)	6 (281)	2 (35)	10 (89)	37 (1 055)	2 (3)	14 (115)
Grand Goéland ind.	48 (937)	26 (136)	57 (157)	194 (638)	68 (744)	136 (655)	14 (69)	76 (563)
Goéland noir ind.	25 (72)	19 (29)	22 (27)	3 (3)	8 (8)	9 (10)	5 (58)	17 (29)
Goéland brun ( <i>Larus fuscus</i> )	16 (22)	19 (35)	8 (12)	10 (10)	20 (52)	5 (5)	8 (28)	4 (5)
Goéland marin ( <i>Larus marinus</i> )	7 (25)	6 (7)	3 (3)	2 (2)	3 (3)		10 (11)	2 (2)
Goéland gris ind.	130 (357)	110 (298)	157 (745)	121 (201)	89 (345)	141 (305)	68 (207)	44 (83)
Goéland cendré ( <i>Larus canus</i> )	1 (1)	2 (2)					1 (1)	1 (1)
Mouette ind.	205 (441)	195 (729)	71 (180)	35 (81)	173 (765)	140 (523)	66 (164)	311 (2 039)
Mouette mélanocéphale ( <i>Larus melanocephalus</i> )	19 (35)	8 (8)	1 (1)		4 (4)	21 (38)	13 (27)	43 (60)
Mouette rieuse ( <i>Larus ridibundus</i> )	2 (4)	3 (3)	6 (13)	3 (5)		2 (2)	22 (41)	17 (23)
Mouette pygmée ( <i>Larus minutus</i> )	54 (122)	210 (776)		2 (4)		2 (3)	108 (268)	334 (1 368)
Mouette de Sabine ( <i>Larus sabini</i> )								3 (204)
Mouette tridactyle ( <i>Rissa tridactyla</i> )	267 (521)	246 (369)					222 (446)	290 (612)
Sterne ind.	64 (132)	9 (12)	50 (109)	28 (48)	97 (202)	87 (148)	12 (32)	11 (32)
Petits labbes ind.	1 (1)	6 (6)	1 (1)	1 (1)			1 (1)	12 (16)
Grand labbe ( <i>Stercorarius skua</i> )	24 (24)	59 (64)	23 (25)	10 (10)	7 (7)	3 (3)	40 (41)	53 (56)
Cormoran ind.	10 (17)	6 (8)	2 (2)	1 (1)	1 (2)	5 (9)	4 (4)	6 (6)
Grand cormoran ( <i>Phalacrocorax carbo</i> )	8 (16)	2 (2)					2 (4)	2 (3)
Anatidé ind.	9 (146)	5 (223)				2 (152)		1 (8)
Bernache cravant ( <i>Branta bernicla</i> )	10 (143)	13 (192)					10 (303)	7 (185)
Oie cendrée ( <i>Anser anser</i> )		1 (4)						
Canard ind.								4 (11)
Tadorne de Belon ( <i>Tadorna tadorna</i> )	8 (61)	6 (442)	3 (48)	4 (16)	1 (5)			1 (2)
Macreuse ind.	9 (226)	4 (11)				1 (1)	27 (173)	20 (233)
Macreuse brune ( <i>Melanitta fusca</i> )		1 (3)						

Session	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
	2019	2020	2020	2020	2019	2019	2020	2020
	1	5	2	6	3	7	4	8
Macreuse noire ( <i>Melanitta nigra</i> )	10 (84)	7 (101)					27 (123)	
Plongeon ind.	21 (29)	5 (9)					2 (2)	1 (1)
Aigrette ind.			3 (6)	2 (2)	1 (1)	5 (5)	1 (2)	
Aigrette garzette ( <i>Egretta garzetta</i> )							3 (4)	
Héron ind.						1 (1)		
Héron cendré ( <i>Ardea cinerea</i> )	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (3)	1 (1)		
Harle ind.	1 (8)							
Grand grèbe ind.	2 (4)							
Grèbe ind.	1 (4)							
Limicole ind.	18 (1 140)	4 (70)	4 (9)	2 (17)	4 (92)	14 (191)	6 (77)	5 (272)
Oiseau terrestre ind.	14 (132)	1 (1)	3 (3)	1 (1)		2 (2)	16 (91)	1 (1)
Passereau ind.		1 (1)	2 (2)	3 (17)	2 (2)	1 (1)	2 (25)	10 (29)
Faucon ind.			1 (1)					
Martinet ind.			5 (7)	7 (7)	1 (1)	10 (12)		
<b>Total</b>	<b>3 522</b> (11 846)	<b>3 197</b> (8 434)	<b>630</b> (1 897)	<b>553</b> (1 496)	<b>613</b> (2 488)	<b>965</b> (3 699)	<b>2 210</b> (5 756)	<b>3 455</b> (11 942)

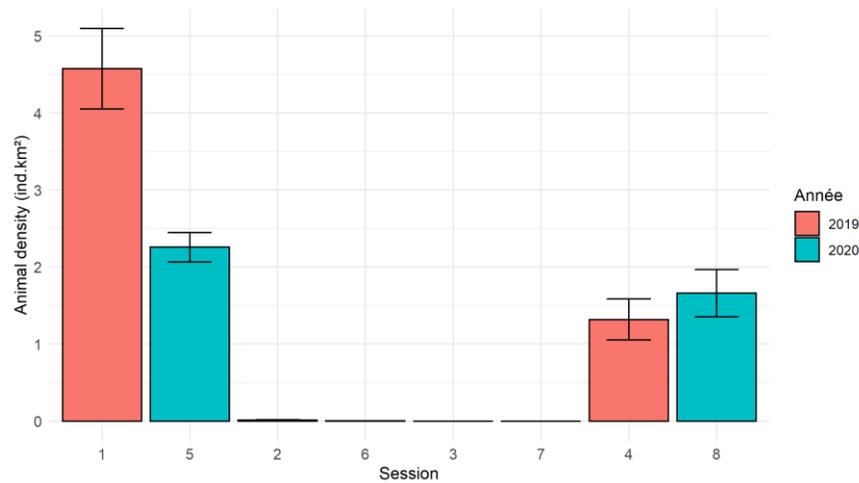
Les taux de rencontre observés et la composition des observations confirment clairement des mouvements saisonniers fortement marqués pour la plupart des espèces d'oiseaux marins du large (figures 16 à 39).

Les espèces présentant les taux de rencontre les plus élevés sont les alcidés (forte saisonnalité), le fou de Bassan, la mouette tridactyle, la mouette pygmée et le grand labbe en hiver et à l'automne, tout comme le groupe des mouettes rieuses et/ou mélanocéphales, les goélands ("gris" et "noirs") tout au long de l'année et les sternes en été. Les océanites ont été observées du printemps à l'automne, avec une variabilité inter annuelle importante qui pourrait s'expliquer par les conditions de détection de ces petites espèces. Les puffins sont également présents avec une forte saisonnalité pour les grandes espèces (puffin cendré en été et puffin majeur à l'automne) alors que les petits puffins (puffin des anglais / puffin des Baléares) sont présents toute l'année mais avec une forte variabilité inter annuelle. Enfin, les observations de macreuses semblent ici plus élevées en fin d'automne qu'en fin d'hiver, ceci étant dit les observations sont très localisées et les transects peuvent passer à côté des grands rassemblements.

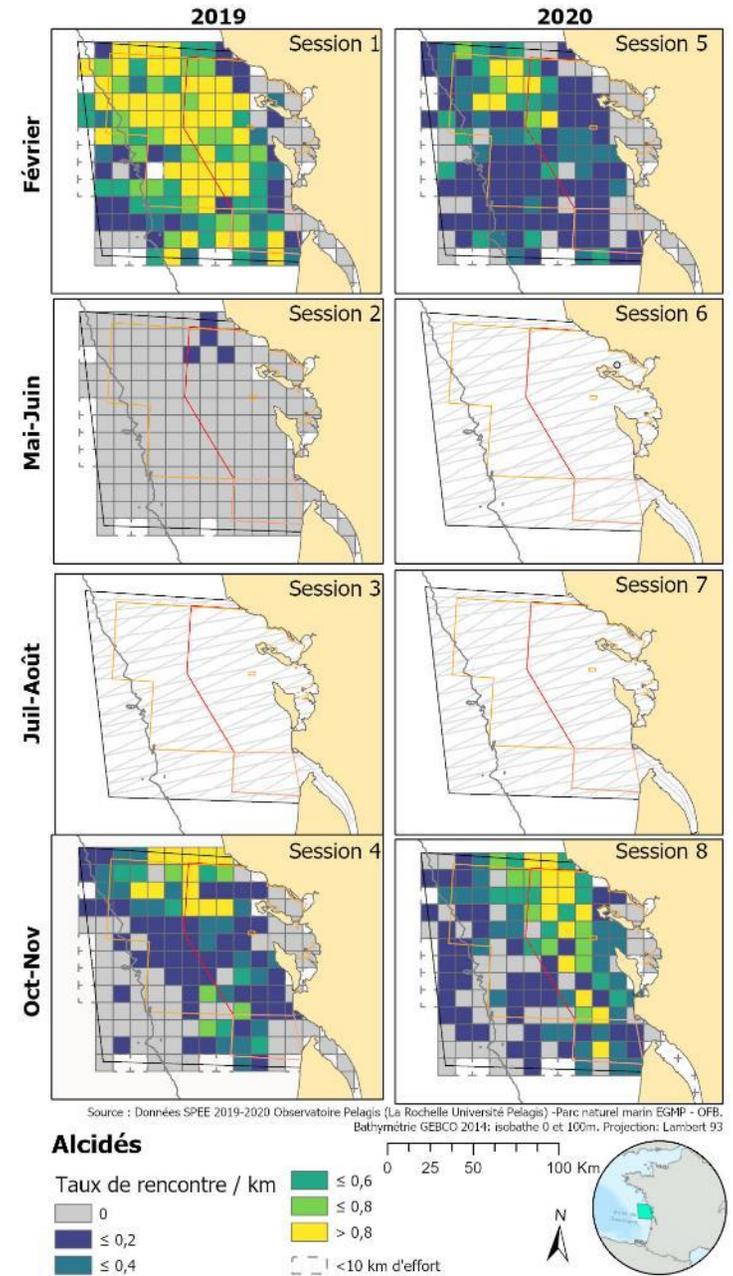


## Les alcidés

- ✓ La saisonnalité est très marquée à l'automne et en hiver dans la zone d'étude, y compris au sein des périmètres du Parc et des ZPS.
- ✓ Omniprésent en hiver sur la zone, mais la distribution semble davantage marquée dans la partie côtière en automne.
- ✓ Variabilité inter annuelle avec un pic de densité observé en février 2019 visible également sur la carte des taux de rencontre avec une densité deux fois supérieure à celle estimée en février 2020.



Figures 14. Densités obtenues par analyses CDS sur la zone d'étude (gauche) et cartes (droite) des taux de rencontre (observation/km) ou des observations (si moins de 3 observations collectées par session) d'alcidés au cours des campagnes SPEE de 2019 et 2020.



### Sélection du DSM

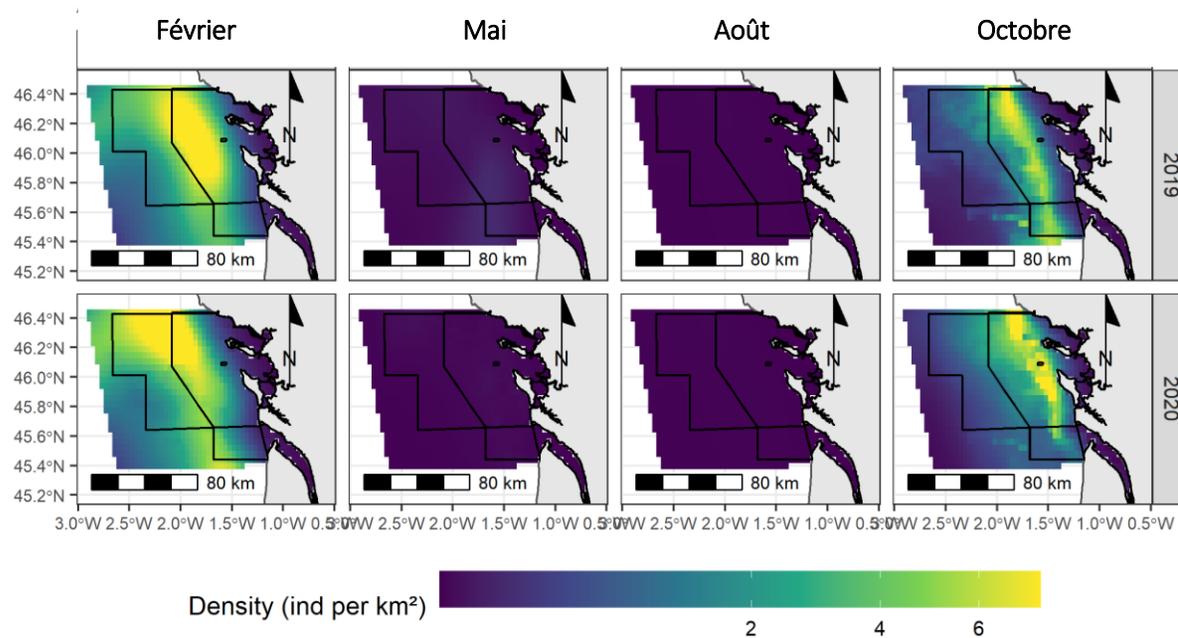
	loaic	weight	CHL_clim	CHL_4w	SST_clim	SST_4w	SLA_month	EKE_month	depth	distCoast	Slope	distCanyon
1	6298.8	0.54	x				x					
2	6353.8	0.02	x					x				
3	6396.5	0.42			x			x				
4	6408.7	0.00	x									
5	6496.5	0.02		x								

Le meilleur modèle inclut deux covariables : la climatologie de concentration en chlorophylle a et l'anomalie de hauteur d'eau. La climatologie de concentration en chlorophylle a est

présente dans 3 des 5 modèles. L'anomalie de hauteur d'eau est retrouvée uniquement dans le premier modèle mais les deux modèles suivants incluent l'énergie cinétique des tourbillons, et l'anomalie de hauteur d'eau. Pour les graphiques de l'annexe 7, le modèle 1 a été retenu. Le nombre de détection d'alcidés permettait d'ajuster de modèles autorisant des relations différentes entre les différentes sessions. Pour ce qui est de la concentration en chlorophylle c'est en automne 2019 (session 4) et en hiver et printemps 2020 (session 5 et 6) que la relation avec la densité d'alcidés est non nulle (mais on peut également noter une grande incertitude autour de la relation estimée). Concernant la relation avec l'anomalie de niveau d'eau, une importante variabilité saisonnière et interannuelle est évidente puisque pour l'année 2019, la relation est négative (session 1 et 4) mais positive en 2020 (session 5 et 8).

Ainsi, les prédictions ci-dessous mettent en évidence une plus forte densité des alcidés en hiver et en automne, en particulier au large des îles d'Oléron et de Ré. On remarque toutefois une plus grande dispersion prédite des individus lors des 2 hivers avec des densités importantes sur l'ensemble de la zone d'étude, et une distribution plus côtière pendant l'automne, notamment en 2020. Les prédictions obtenues pour les 2 hivers sont semblables d'une année sur l'autre. Les prédictions de densité au printemps sont cohérentes avec l'écologie des Alcides : celles-ci chutent au printemps qui est la période de migration de l'espèce, pour finalement donner des prédictions quasi-nulles pour la période estivale.

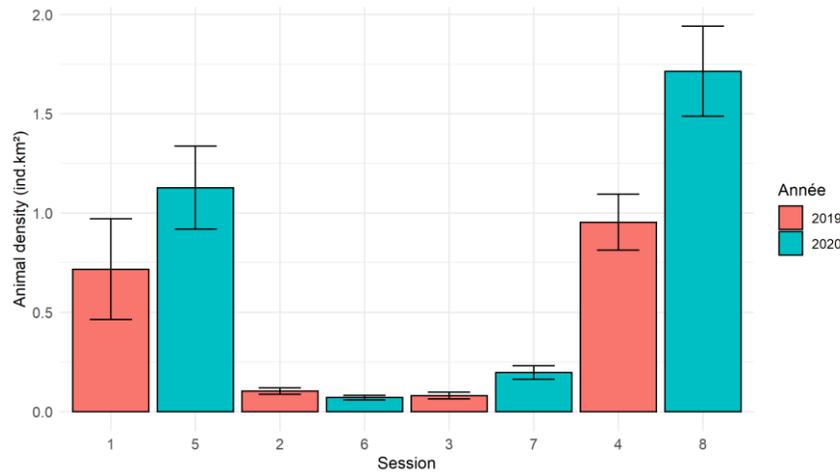
Figure 15. Prédictions de la densité des Alcides lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 7.



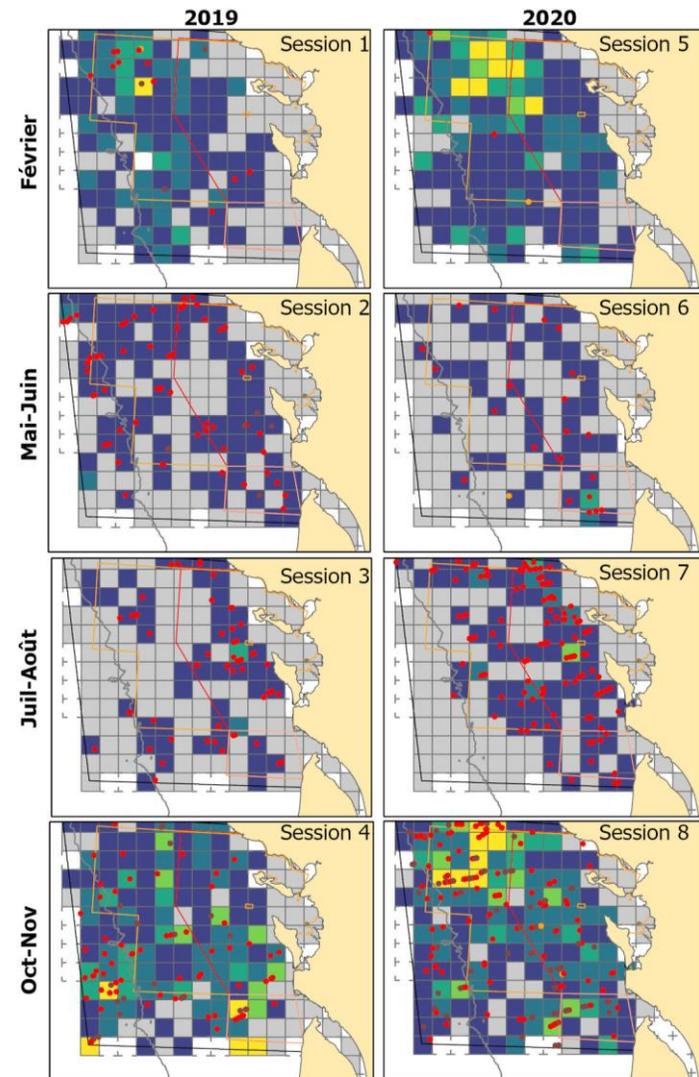
## Le fou de Bassan



- ✓ Une présence toute l'année sur la zone y compris au sein du périmètre du Parc et des ZPS (Figures 16).
- ✓ Une distribution saisonnière marquée en hiver et l'automne avec une omniprésence sur la zone. Il semble plus côtier au printemps et en été.
- ✓ Variabilité inter annuelle dans les densités en hiver et à l'automne. Un pic de densité observé à l'automne 2020 et particulièrement marqué au nord de la ZPS Pertuis-Rochelonne. Également présent au printemps et à l'automne avec des densités plus faibles et une variabilité interannuelle moins importante.
- ✓ Des individus immatures sont rencontrés toute l'année, mais en plus grand nombre en été et automne.

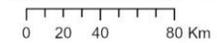
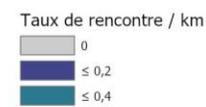


Figures 16. Densités obtenues par analyses CDS sur la zone d'étude (gauche) et cartes (droite) des taux de rencontre (observation/km) de fou de Bassan au cours des campagnes SPEE de 2019 et 2020 (à droite) avec la localisation des observations d'individus Immature (I), Juvénile (J) ou groupe mixte (adulte et immature : M).



Source : Données SPEE 2019-2020 Observatoire Pelagis (La Rochelle Université Pelagis) - Parc naturel marin EGMP - OFB. Bathymétrie GEBCO 2014: isobathe 0 et 100m. Projection: Lambert 93

### Fou de Bassan



### Sélection du DSM

	loaic	weight	CHL_clim	CHL_4w	SST_clim	SST_4w	SLA_month	EKE_month	depth	distCoast	Slope	distCanyon
1	6964.9	0.34		x			x		x			
2	6973.0	0.29		x				x	x			
3	6979.2	0.12		x	x				x			
4	6982.7	0.26		x			x			x		
5	6983.0	0.02		x				x		x		

Le meilleur modèle inclut trois covariables : la concentration en chlorophylle a, la bathymétrie et l'anomalie de hauteur d'eau. La concentration en chlorophylle a est retrouvée dans tous les modèles retenus et la bathymétrie dans 4 modèles sur 5. L'anomalie de hauteur d'eau et

retrouvée dans 2 modèles (dont le poids cumulé de stacking est > 0.5) et apporte une information complémentaire aux 2 autres variables pour prédire l'abondance et la distribution des fous de Bassan. Pour les graphiques de l'annexe 7, le modèle 1 a été retenu. Le nombre de détection de fous de Bassan permettait d'ajuster de modèles autorisant des relations différentes entre les différentes sessions. Des variabilités saisonnière et interannuelle sont constatées. La relation entre densité et bathymétrie est tantôt positive tantôt négative. Elle est négative en hiver les deux années. La relation entre densité des fous de Bassan et concentration en chlorophylle est nulle pour toutes les saisons sauf l'hiver où avec la même tendance se dessine sur les 2 années, à savoir une diminution puis une augmentation avec de plus fortes concentrations de chlorophylle. Enfin, la relation avec l'anomalie de hauteur d'eau montre des variations saisonnières et interannuelles. En 2019, la relation est positive pendant l'hiver et l'automne (augmentation des densités de fous) mais nulle au printemps et en été. C'est l'inverse en 2020 puisque si la relation est nulle pendant l'hiver et l'automne, elle est positive au printemps et négative en été (diminution des densités de Fou).

Les abondances relatives prédites mettent en évidence d'importante variations saisonnières et annuelles. En effet, si les prédictions montrent de faibles densités au printemps et en été, elles sont nettement plus fortes en hiver et en automne et particulièrement marquées au large des Pertuis. Néanmoins une certaine variabilité de densité est mise en évidence entre les 2 années avec une plus faible abondance en 2019 d'une manière générale.

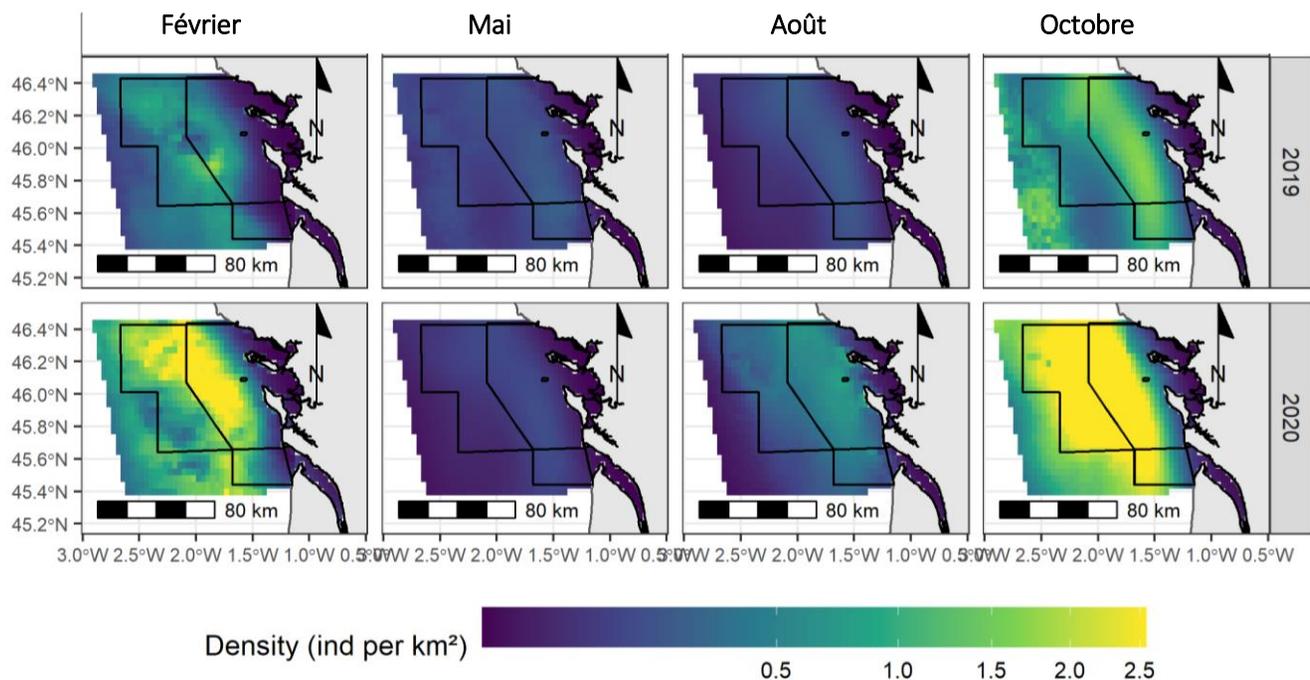
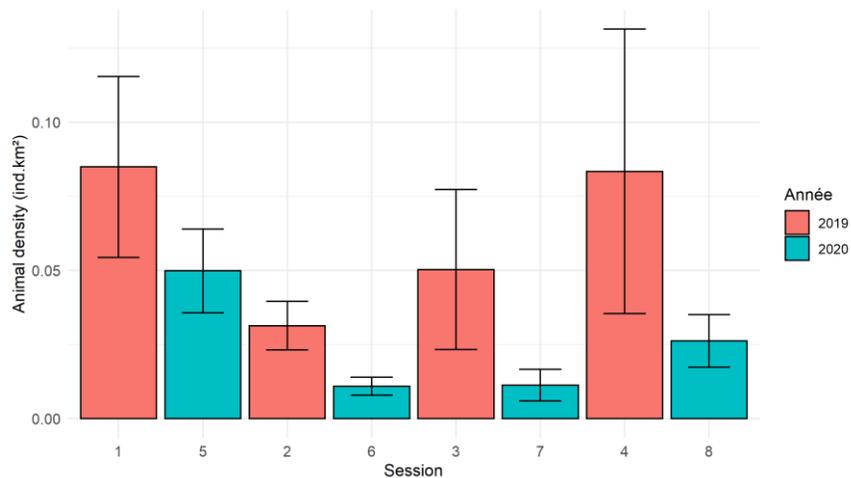


Figure 17. Prédiction de la densité du fou de Bassan lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 7.

## Les goélands « noirs » (*G. brun/marin*)



- ✓ Présence toute l'année.
- ✓ Surtout côtiers, présence permanente dans le périmètre du parc et distribution vers le large, plus marquée en hiver (Figure 18).
- ✓ Densités saisonnières variables et plus élevées en hiver et à l'automne.
- ✓ Une variabilité interannuelle forte avec des densités plus élevées en 2019 qu'en 2020 quelle que soit la saison.

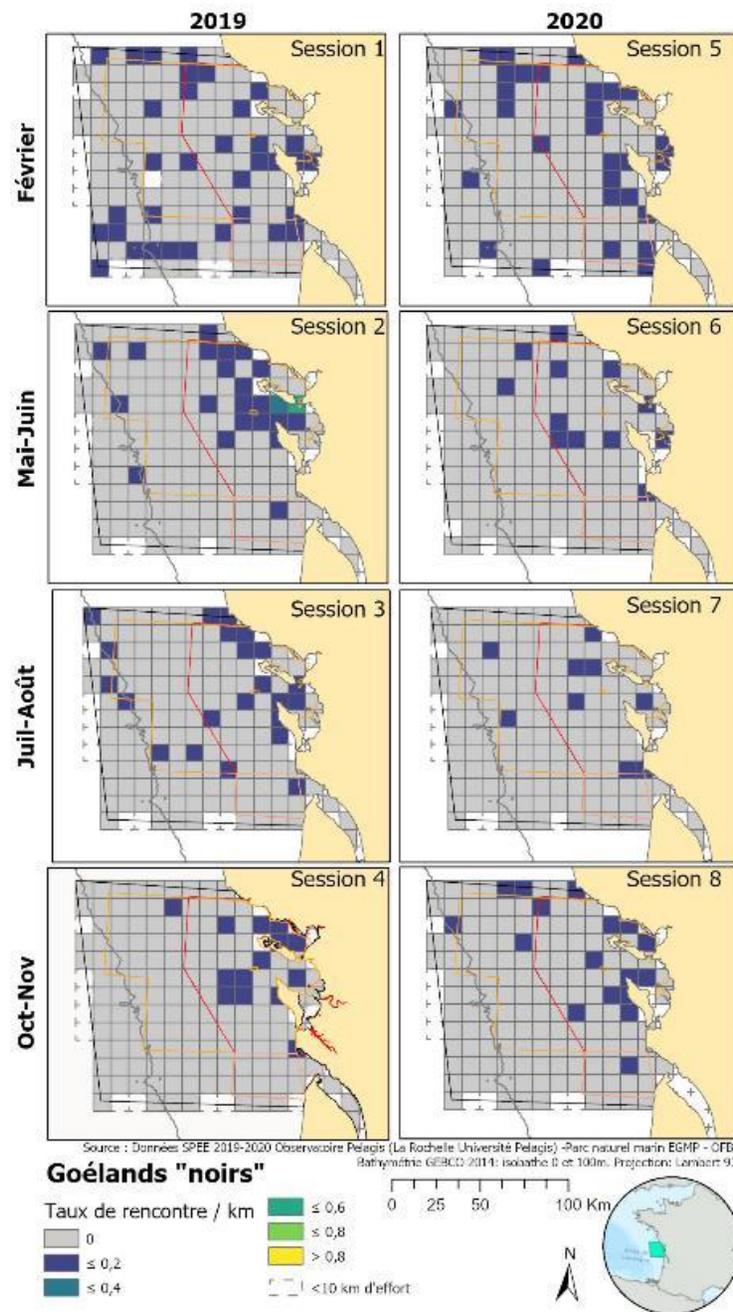


Figures 18. Densités obtenues par analyses CDS sur la zone d'étude pour les goélands "noirs" et cartes des taux de rencontre (observation/km) sur une grille de 10x10 km au cours des campagnes SPEE de 2019 et 2020.

### Sélection du DSM

	loaic	weight	CHL_clim	CHL_4w	SST_clim	SST_4w	SLA_month	EKE_month	depth	distCoast	Slope	distCanyon
1	1626.2	0.50	x			x		x				
2	1627.3	0.14		x			x		x			
3	1627.5	0.35					x			x		
4	1627.7	0.00						x	x	x		
5	1628.0	0.00	x					x				

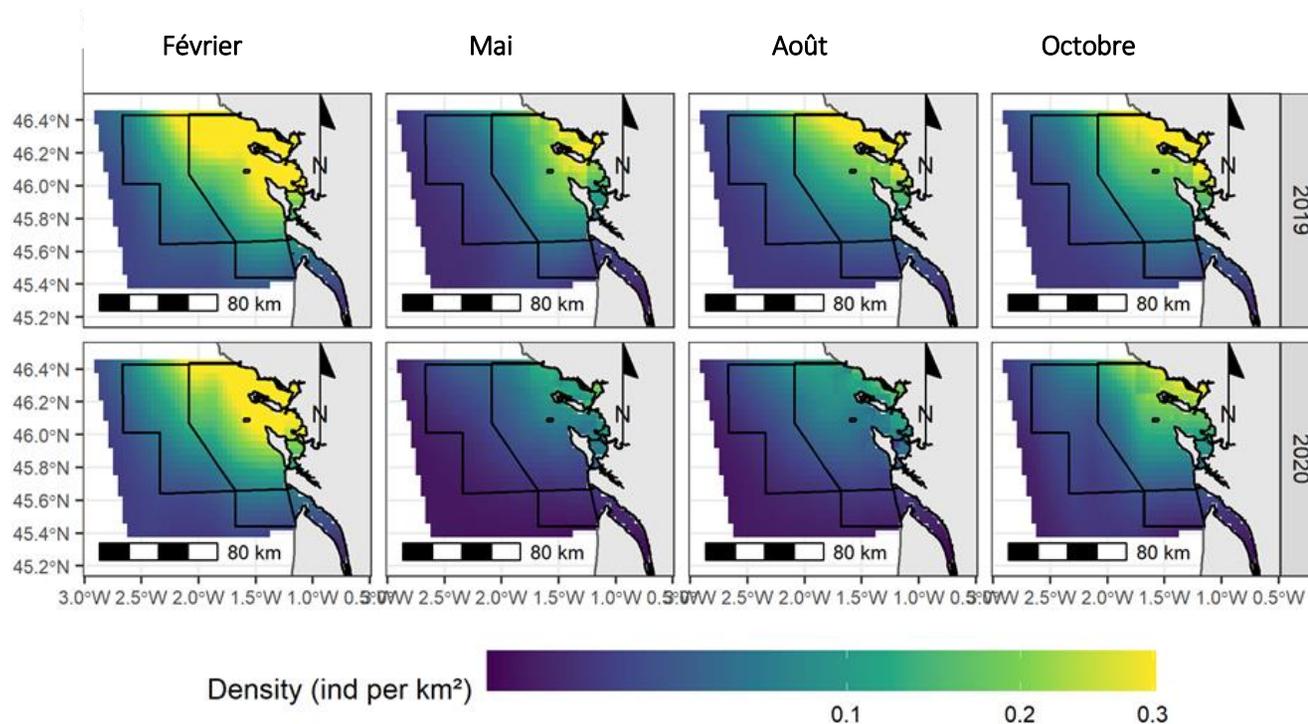
Le meilleur modèle inclut trois covariables : la climatologie de concentration en chlorophylle a, la température de surface de l'eau ainsi que l'énergie cinétique de tourbillon. Si l'énergie cinétique de tourbillon a été retenue par 3 modèles sur 5, ce



qui témoigne de son implication dans la répartition des goélands "noirs", les 2 autres variables ne sont quasiment partagées par aucun autre modèle. Cette instabilité de la sélection de variable pourrait refléter l'agrégation d'espèces dont l'écologie est différente au sein du groupe des goélands "noirs". Les modèles autorisant des relations différentes entre les différentes sessions ou saisons n'ont pas donné de résultats fiables. Ainsi malgré un intervalle de confiance important, les densités semblent augmenter avec la climatologie de concentration en chlorophylle jusqu'à un certain point avant de diminuer (Annexe 7). La relation avec l'énergie cinétique de tourbillon est quand-à elle plus sinusoïdale et difficile à interpréter. Concernant la température de surface de l'eau, celle-ci influence négativement la densité de goélands "noirs" puisque les densités diminuent avec l'augmentation des températures

Les prédictions (Figure 19) vont dans le sens de la dernière relation évoqué plus haut. En effet, c'est hiver que les plus fortes densités sont constatées. Ces densités diminuent au printemps et en été et augmentent de nouveaux en automne. Les goélands noirs, comme les goélands gris, semblent se concentrer proche des côtes dans la moitié supérieure de la zone d'étude. Une différence dans les densités prédites est notable entre les 2 années, celle-ci sont plus faible en 2020. Il est toutefois important de souligner des grandes incertitudes (erreur standard associée à la prédiction moyenne) dans les prédictions de l'abondance relative pour ce groupe.

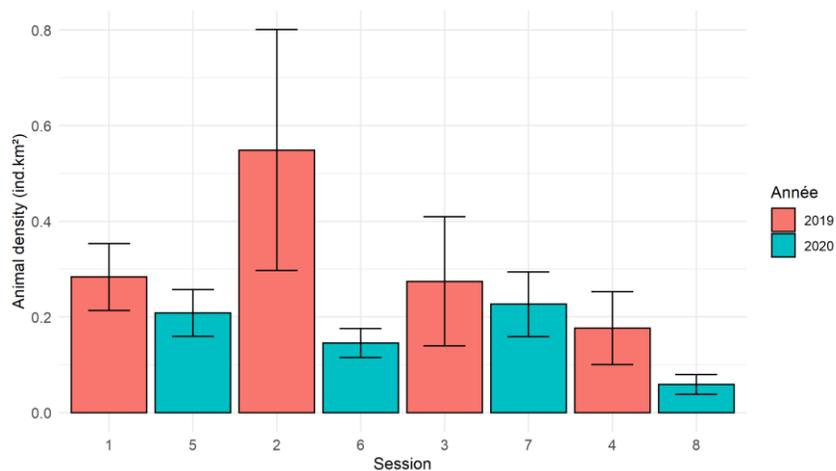
Figure 19. Prédiction de la densité de goéland noir lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 7.



## Les goélands « gris » (*G. argenté/leucophaea*)



- ✓ Présence relativement stable toute l'année.
- ✓ Côtiers, présence permanente dans le périmètre du Parc et distribution vers le large, plus marquée en hiver (Figures 20).
- ✓ Un pic de densité observé au printemps 2019, mais variations de densités saisonnières et interannuelles peu marquées.

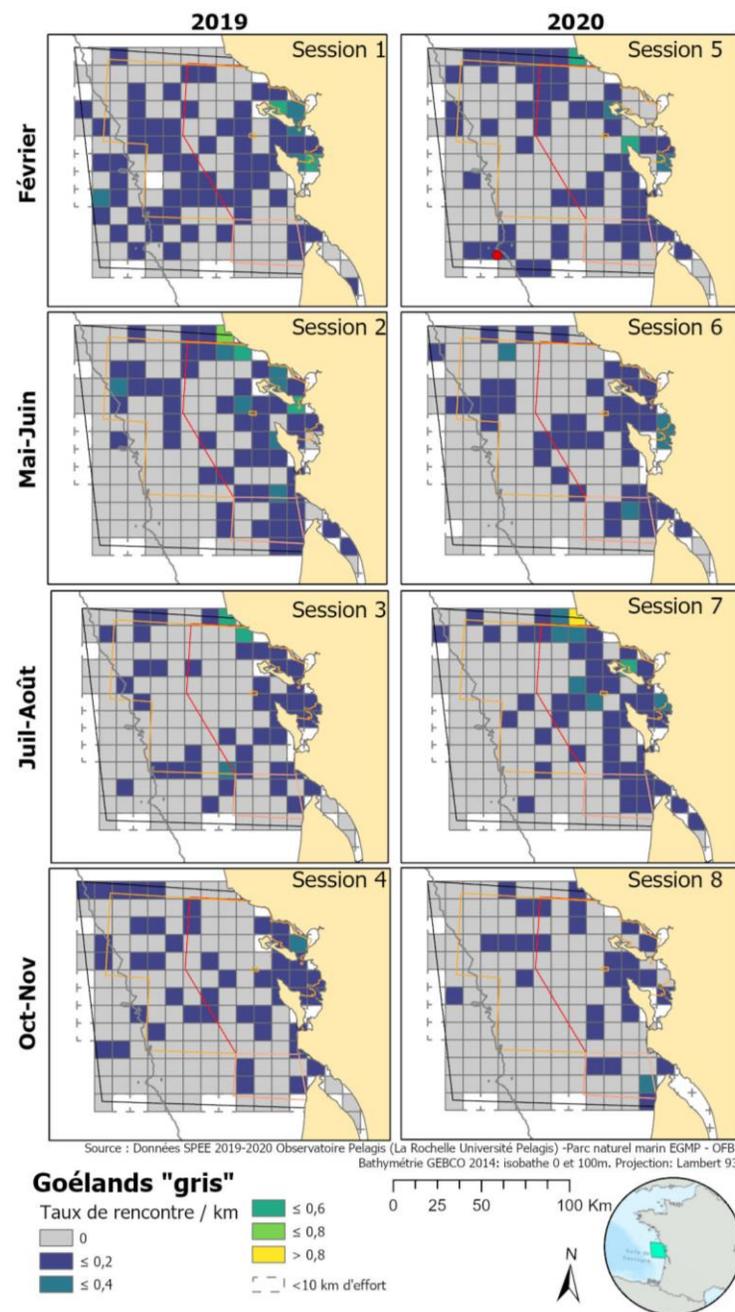


Figures 20. Densités obtenues par analyses CDS sur la zone d'étude pour les goélands "gris" et cartes des taux de rencontre (observation/km) sur une grille de 10x10 km au cours des campagnes SPEE de 2019 et 2020.

### Sélection du DSM

	loaic	weight	CHL_clim	CHL_4w	SST_clim	SST_4w	SLA_month	EKE_month	depth	distCoast	Slope	distCanyon
1	4317.4	0.23				x	x		x			
2	4318.1	0.21					x			x	x	
3	4318.7	0.04				x	x			x		
4	4318.9	0.39	x				x				x	
5	4319.0	0.13			x		x		x			

Le modèle sélectionné (modèle 4 avec le poids de stacking le plus élevé) comprend la climatologie de concentration en chlorophylle a, l'anomalie de niveau d'eau et la



**pente du fond marin.** L'anomalie de niveau d'eau est retrouvée dans tous les modèles. Pour les graphiques de l'annexe 7, le modèle 4 a été retenu. Les modèles autorisant des relations différentes entre les différentes sessions ou saisons n'ont pas donnés de résultats fiables. La relation avec climatologie de concentration en chlorophylle met en évidence une augmentation initiale des densités de goélands "gris" puis une stabilisation, voire une diminution (mais des grandes incertitudes entourent la relation pour les plus fortes valeurs de la covariables). L'anomalie de niveau d'eau présente une relation inverse avec de plus fortes densités lorsque cette anomalie est nulle. L'influence de la pente du fond marin est plus modérée (Annexe 7). Après une courte augmentation bien marquée des densités avec l'augmentation des valeurs de la pente, les densités diminuent avant repartir modérément à la hausse. Ce dernier graphique comprend également un important intervalle de confiance, ce qui pourrait modifier la nature de la relation entre les densités de goélands "gris" et cette variable environnementale.

Les abondances relatives prédites mettent en évidence des variations saisonnières et annuelles (Figure 21). D'une manière générale les goélands "gris" se concentrent dans la zone d'étude, principalement au niveau des côtes dans la moitié supérieure de la zone d'étude et à l'intérieur des Pertuis. Une diminution marquée de l'abondance est prédite en automne pour les 2 années. Enfin, pour l'année 2019, de plus fortes densités de goélands "gris" sont prédites d'une manière générale.

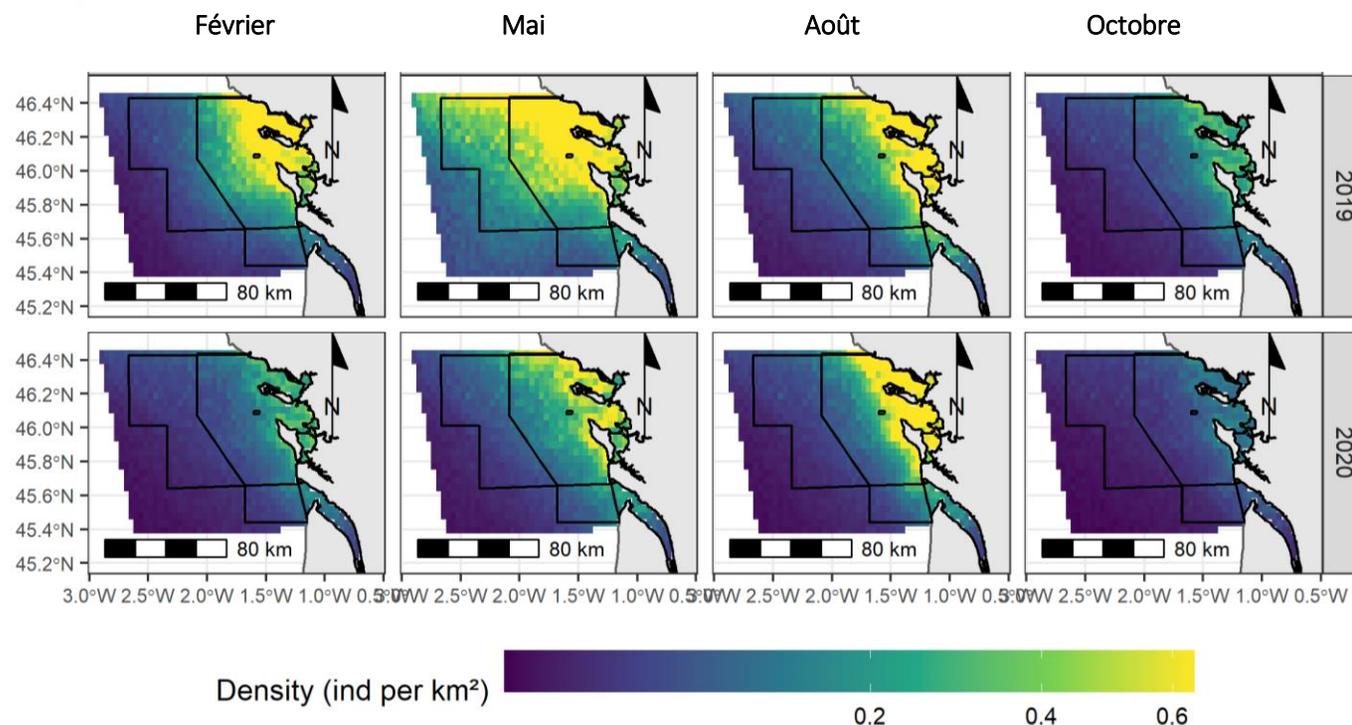
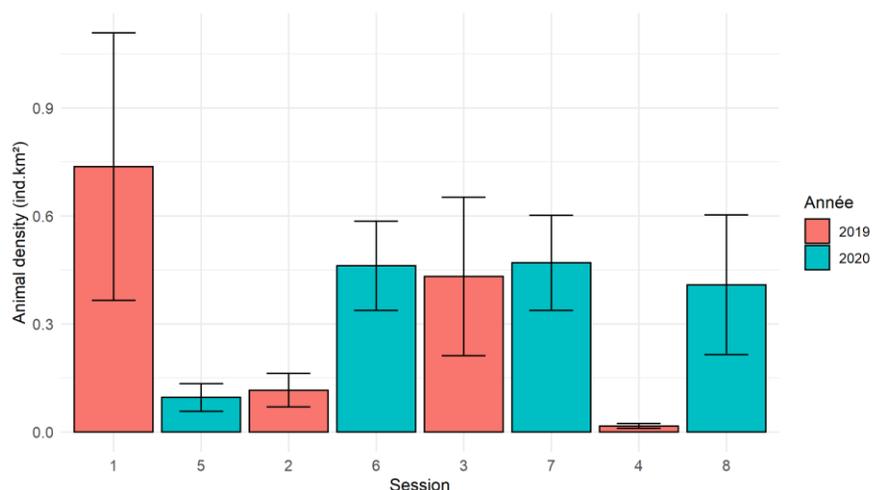


Figure 21. Prédiction de la densité de goéland "gris" lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 7.

## Les goélands indéterminés

Ce groupe rassemble les observations d'immatures et de grands groupes mixtes rassemblés autour des bateaux de pêche par exemple.

- ✓ La distribution est assez proche des autres groupes de goélands, c'est à dire relativement côtière sauf en hiver (Figures 22).
- ✓ Les agrégations autour des bateaux de pêche peuvent influencer les variations interannuelles de densités observées.

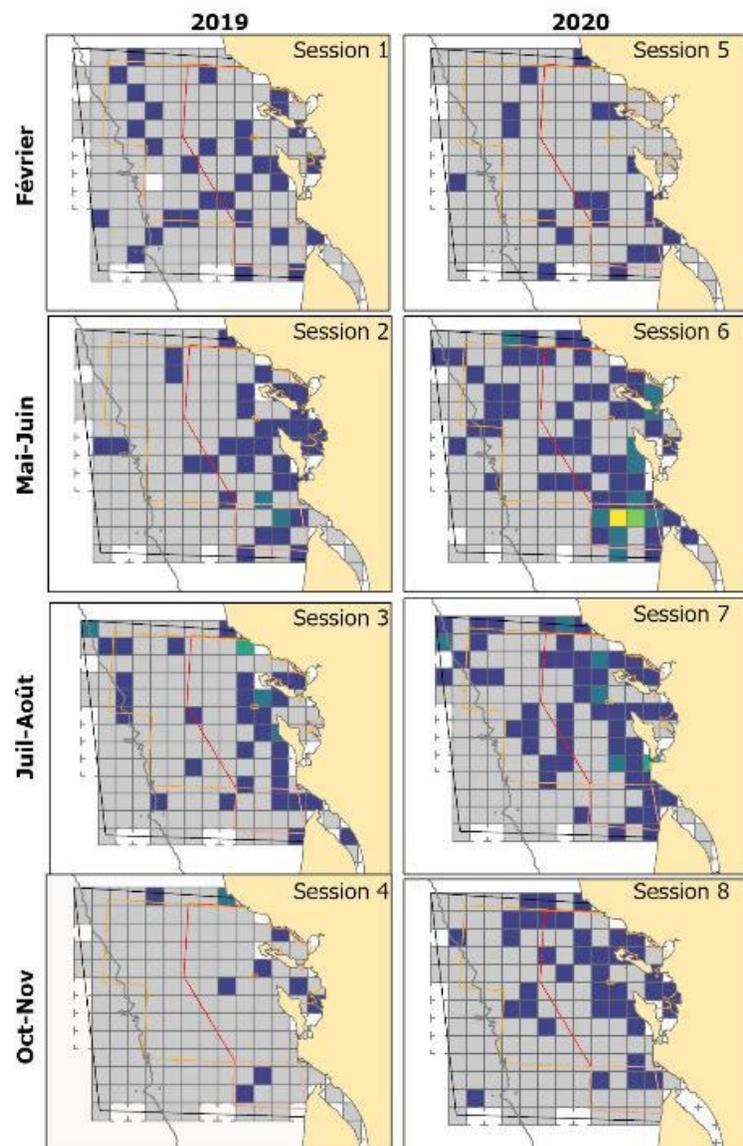


Figures 22. Densités obtenues par analyses CDS sur la zone d'étude pour les goélands indéterminés et cartes des taux de rencontre (observation/km) sur une grille de 10x10 km au cours des campagnes SPEE de 2019 et 2020.

### Sélection du DSM

	loaic	weight	CHL_clim	CHL_4w	SST_clim	SST_4w	SLA_month	EKE_month	depth	distCoast	Slope	distCanyon
1	3642.6	0.64	x		x			x				
2	3645.4	0.36	x					x				
3	3648.0	0.00	x				x	x				
4	3651.3	0.00	x					x			x	
5	3651.4	0.00	x					x				x

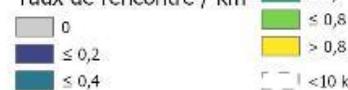
Le meilleur modèle comprend la climatologie de la concentration en chlorophylle a, la climatologie de la température de surface et l'énergie cinétique des tourbillons. La climatologie de la concentration en chlorophylle et l'énergie cinétique de tourbillon sont comprises dans les 5 modèles sectionnés. En revanche, la climatologie de la température de surface ne se retrouve dans aucun autre modèle. Il est à noter que



Source : Données SPEE 2019-2020 Observatoire Peleags (La Rochelle Université Peleags) - Parc naturel marin EGMP - OFD. Bathymétrie GIBCO ZEM4; isobathe 0 et 100m. Projection: Lambert 93

### Goélands indéterminés

Taux de rencontre / km



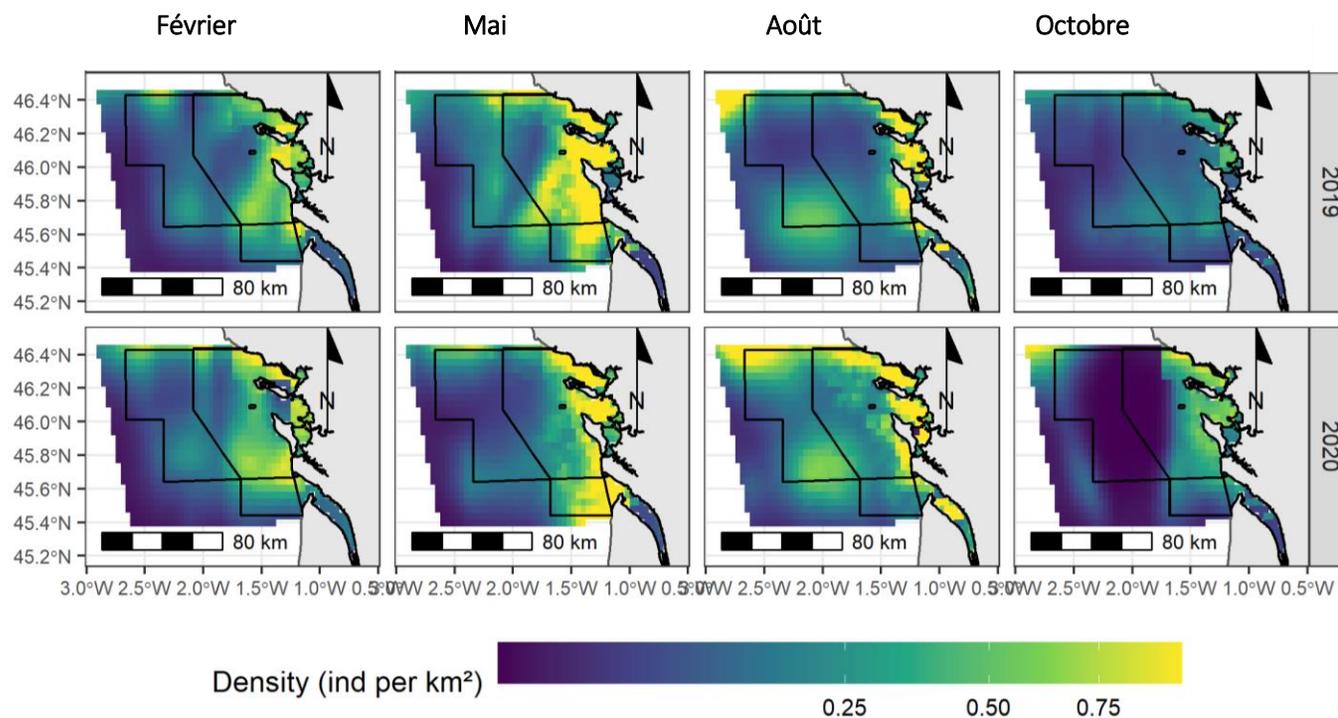
0 25 50 100 Km



les variables retenues pour le modèle concernant les goélands indéterminés recouvrent les variables retenues dans les modèles goélands "gris" et "noirs". Pour les graphiques de l'annexe 7, le modèle 1 a été retenu. Les modèles autorisant des relations différentes entre les différentes sessions ou saisons n'ont pas donné de résultats fiables. La relation entre la densité des individus et la concentration chlorophylle met en évidence 2 phases où les densités augmentent d'abord de façon globale avec l'augmentation des valeurs de chlorophylle avant de diminuer. Cette deuxième phase est marquée par un intervalle de confiance très large, soulignant une grande incertitude. La relation avec l'énergie cinétique de tourbillon est quand-à elle plus sinusoïdale et difficile à interpréter, mais globalement négative. Ces deux relations ressemblent fortement à celles identifiées chez les goélands "noirs". Concernant la climatologie de la température de surface de l'eau, celle-ci influence positivement les densités de goélands indéterminés puisque les densités augmentent avec des températures plus élevées.

Cette dernière interprétation paraît cohérente avec les prédictions faites puisqu'en été où la température de surface est susceptible d'être la plus élevée une augmentation des densités au large des côtes est constatée. En effet, en dehors de cette période, les densités de goélands indéterminés se concentrent proche des côtes jusqu'à l'intérieur des Pertuis (Figure 23), hormis au début de l'automne où les oiseaux sont moins abondants dans la zone d'étude.

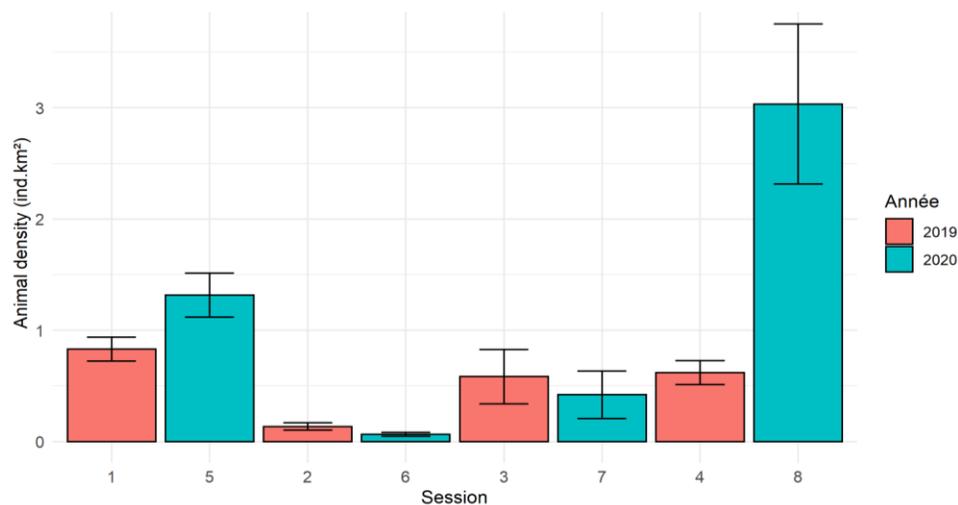
Figure 23. Prédiction de la densité de goélands indéterminés lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 7.



## Les mouettes (toutes espèces)



- ✓ Présence toute l'année avec une faible fréquentation l'été mais davantage côtière (Figures 24).
- ✓ Occurrences plus élevées en hiver et à l'automne au sein du périmètre de la ZPS Pertuis-Rochebonne et en limite ouest du Parc.

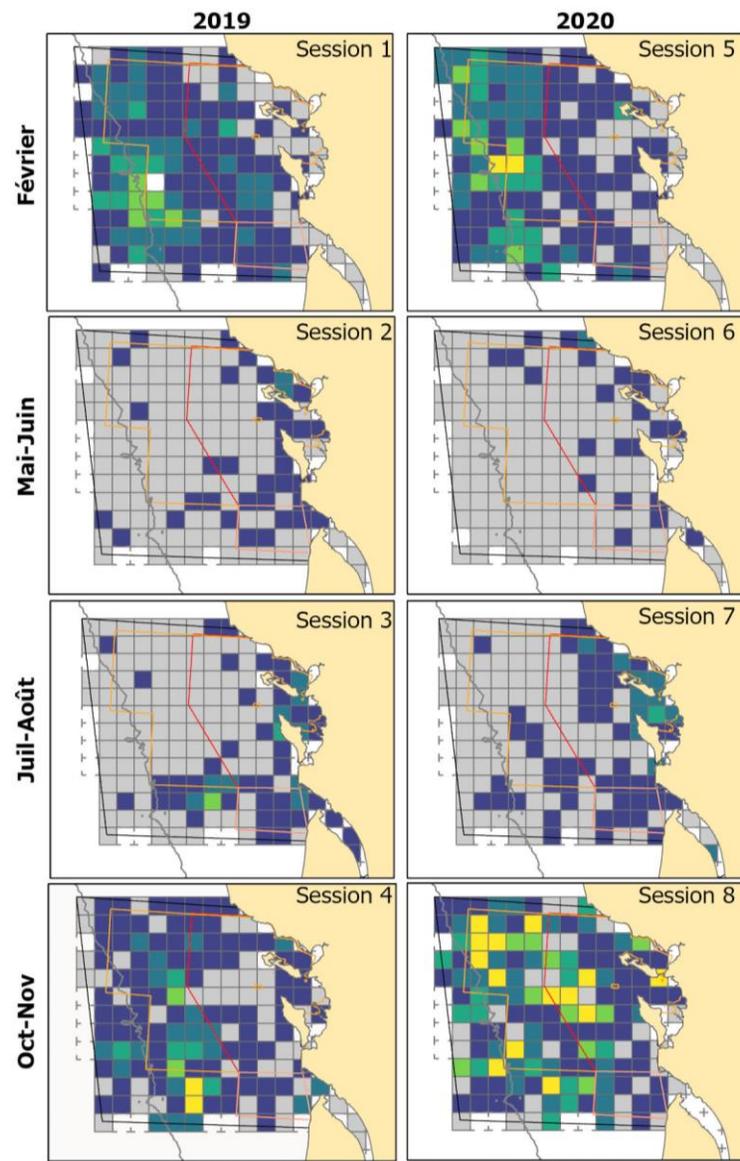


Figures 24. Densités obtenues par analyses CDS sur la zone d'étude pour l'ensemble des mouettes et cartes des taux de rencontre (observation/km) sur une grille de 10x10 km au cours des campagnes SPEE de 2019 et 2020.

### Sélection du DSM

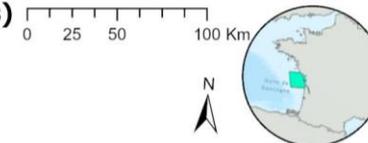
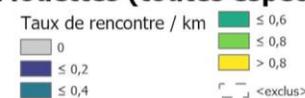
	loaic	weight	CHL_clim	CHL_4w	SST_clim	SST_4w	SLA_month	EKE_month	depth	distCoast	Slope	distCanyon
1	7826.1	0.19			x		x				x	
2	7826.5	0.00			x		x					
3	<b>7828.2</b>	<b>0.39</b>			x		x			x		
4	7829.1	0.28			x							x
5	7829.4	0.13			x		x					x

Le modèle retenu (modèle 3) inclut 3 variables : la **climatologie de la température de surface**, l'**anomalie de niveau d'eau** et la **distance à la côte**. Ce modèle a une valeur du critère *loaic* quasi-identique au premier modèle mais un poids de stacking presque 2 fois plus important. La climatologie de la température de surface et l'anomalie de hauteur d'eau sont sélectionnées dans 4 ou 5 modèles. Pour les graphiques de



Source : Données SPEE 2019-2020 Observatoire Pelagis (La Rochelle Université Pelagis) - Parc naturel marin EGMP - OFB. Bathymétrie GEBCO 2014; isobathe 0 et 100m. Projection: Lambert 93

### Mouettes (toutes espèces)



l'annexe 7, le modèle 3 a été retenu. Les modèles autorisant des relations différentes entre les différentes sessions ou saisons n'ont pas donné de résultats fiables. De plus, ce groupe est fortement hétérogène en termes de composition spécifique, ce qui complique l'interprétation des modèles. Les densités de mouettes (toutes espèces) diminuent avec l'éloignement de la côte et avec de fortes anomalies positives de la hauteur d'eau avec l'augmentation de la concentration en chlorophylle avant d'augmenter légèrement sur les fortes valeurs de concentration. Le graphique présente toutefois un intervalle de confiance très large pour les fortes valeurs de chlorophylle, soulignant une forte incertitude. La densité des mouettes (toutes espèces) est la plus élevée pour des valeurs intermédiaires de la climatologie de la température de surface de l'eau.

Les prédictions faites à partir du modèle sélectionné mettent en évidence une saisonnalité certaine (Figure 25). C'est en effet l'hiver et l'automne, particulièrement l'automne 2020, qui présentent les plus fortes densités de mouettes. Durant le printemps et l'été, les mouettes peuvent être moins abondantes dans zone d'étude. Certaines des prédictions intra-saisonniers sont très variables d'un mois à un autre et sont donc à interpréter avec précaution.

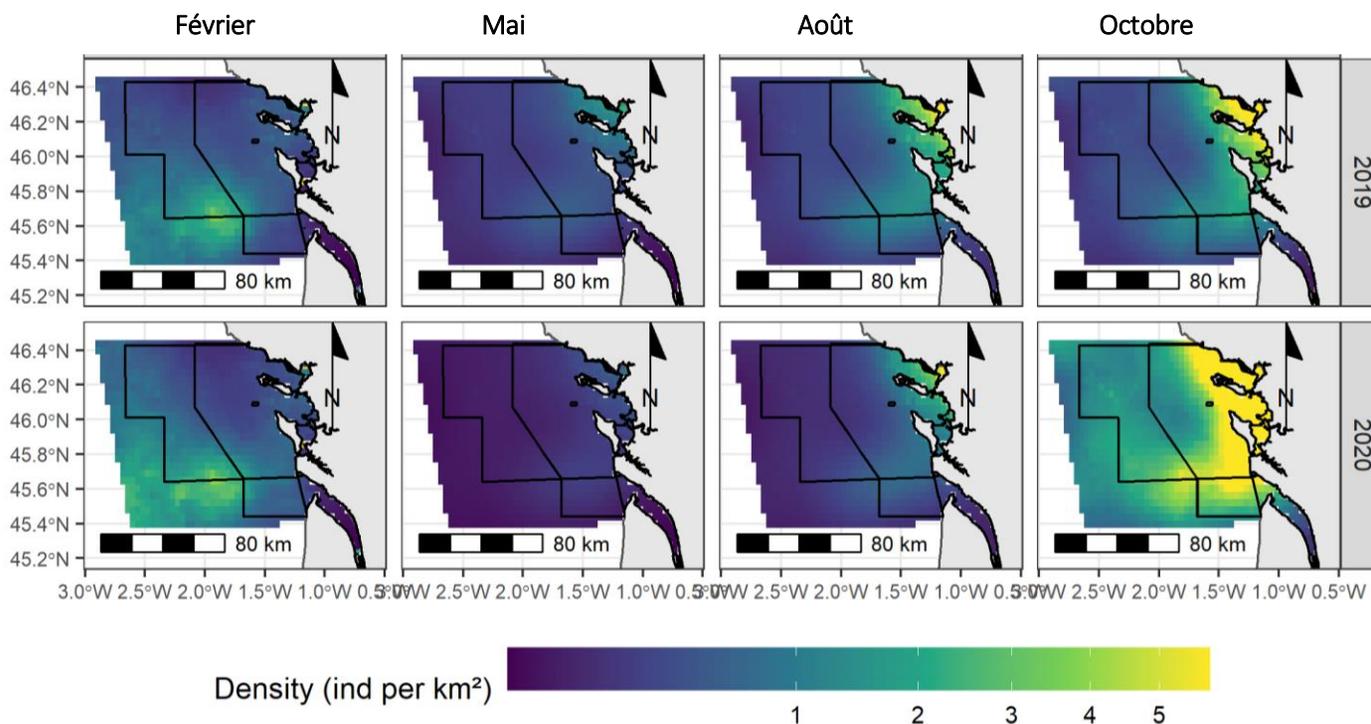
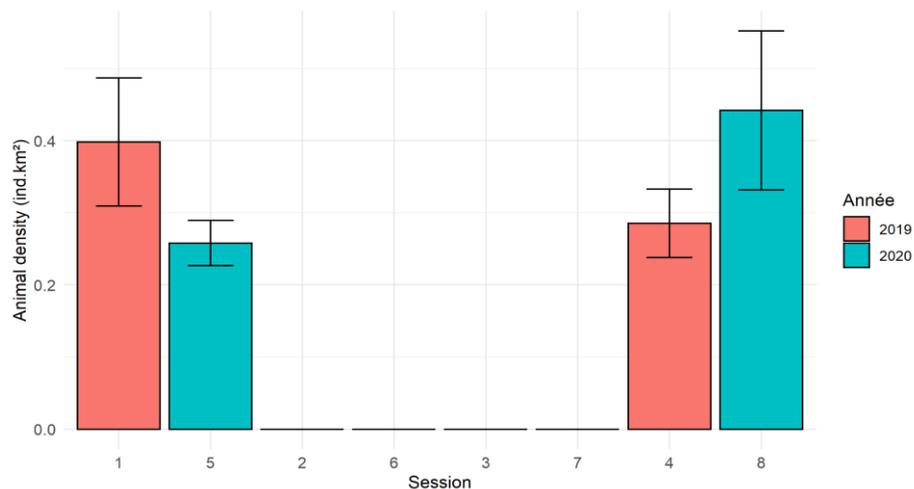


Figure 25. Prédictions de la densité de mouettes (toutes espèces) lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 7.

## La mouette tridactyle

- ✓ Présence exclusive en automne et hiver.
- ✓ Distribution spatiale variable mais surtout localisée sur la partie large de la ZPS Pertuis-Rochebonne (Figure 26).
- ✓ Variabilité interannuelle de densités, avec un pic d'abondance relative relevé à l'automne 2020.

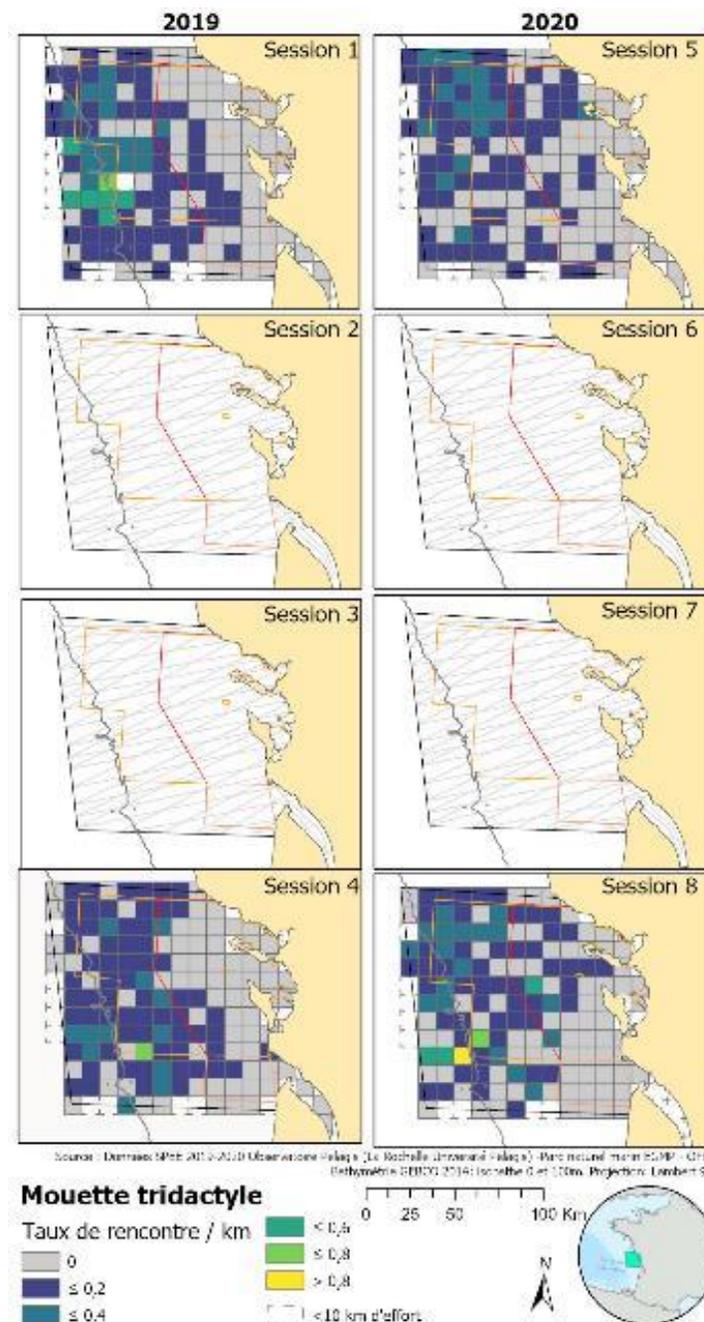


Figures 26. Densités obtenues par analyses CDS sur la zone d'étude pour les mouettes tridactyles et cartes des taux de rencontre (observation/km) sur une grille de 10x10 km au cours des campagnes SPEE de 2019 et 2020.

### Sélection du DSM

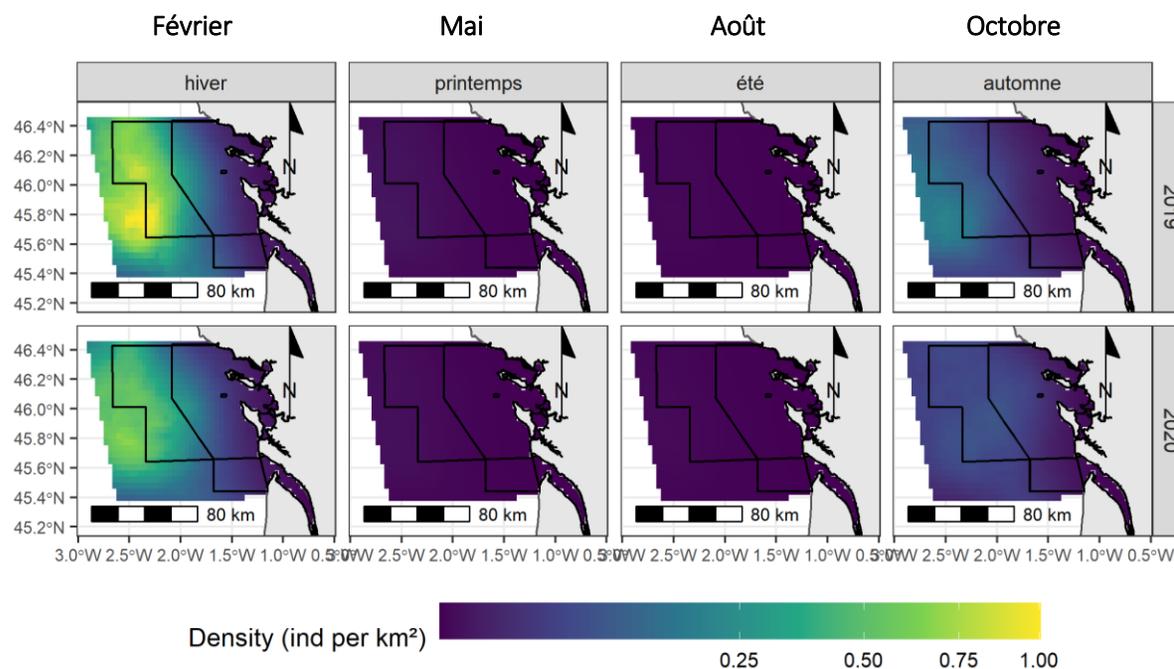
	loaic	weight	CHL_clim	CHL_4w	SST_clim	SST_4w	SLA_month	EKE_month	depth	distCoast	Slope	distCanyon
1	2948.5	0.63	x		x		x					
2	2949.8	0.37			x		x	x				
3	2951.6	0.00			x		x				x	
4	2951.6	0.00			x		x					
5	2951.9	0.00			x		x		x			

Le meilleur modèle (modèle 1) inclut 3 variables : la **climatologie de concentration en Chlorophylle a**, la **climatologie de température de surface** et l'**anomalie de niveau d'eau**. La température de surface et l'anomalie de niveau d'eau sont systématiquement sélectionnées. La concentration en chlorophylle quant à elle n'est sélectionnée par aucun autre modèle. Pour les graphiques de l'annexe 7, le modèle 1 a été retenu.



Les modèles autorisant des relations différentes entre les différentes sessions ou saisons n'ont pas donné de résultats fiables. La relation avec la concentration en chlorophylle est faible. Concernant l'anomalie de niveau d'eau, la relation avec la densité est positive, avec une augmentation de la densité prédite pour des anomalies positives (Annexe 7). La relation avec la climatologie de la température de surface est très nette et indique une diminution des densités de mouettes tridactyles avec l'augmentation des températures, qui correspond à l'écologie de l'espèce dans la zone... Les plus fortes densités de mouettes tridactyles sont prédites aux larges des côtes, en bordure de la zone d'étude (Figure 27).

Figure 27. Prédiction de la densité de mouettes tridactyles lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 7.



## La mouette pygmée

- ✓ Présence en automne et en hiver dans la zone
- ✓ Présence en hiver dans la partie ouest de la ZPS Pertuis Rochebonne et au sein de la ZPS et y compris dans le périmètre parc à l'automne (Figure 28).
- ✓ Variabilité interannuelle importante dans les densités, mais à prendre avec précaution car les estimations peuvent être biaisées soit par un taux d'identification meilleur lors de l'hiver 2020 notamment, soit à l'inverse en raison d'une possible confusion avec la mouette de Sabine à l'automne ou avec les sternes.

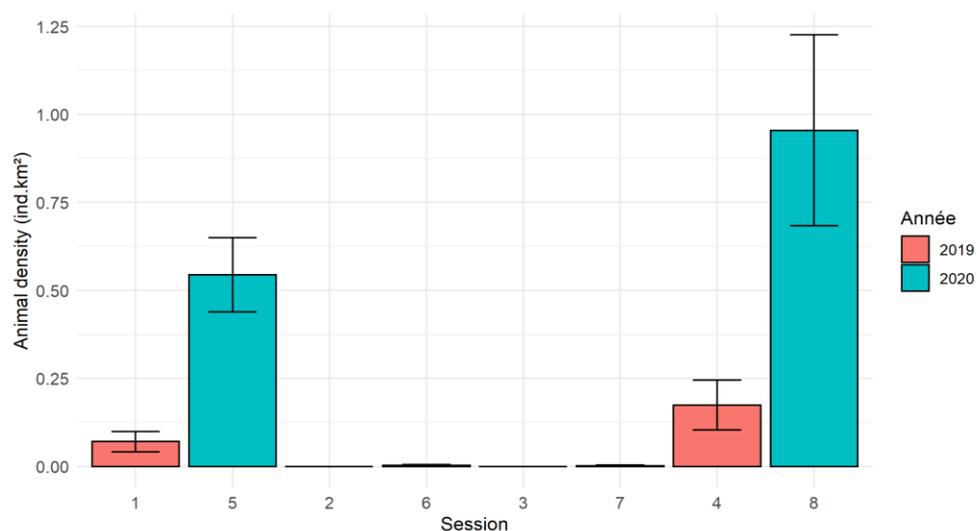
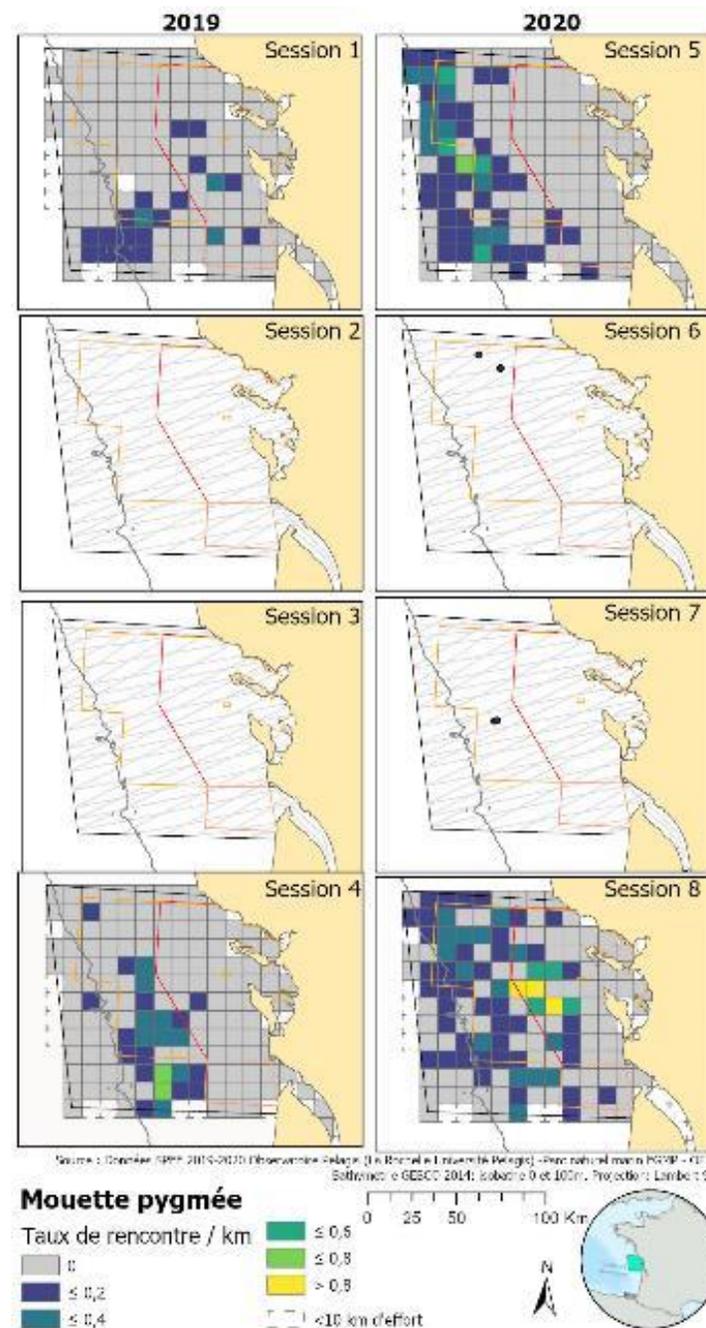


Figure 28. Densités obtenues par analyses CDS sur la zone d'étude pour les mouettes pygmées et cartes des taux de rencontre (observation/km) sur une grille de 10x10 km au cours des campagnes SPEE de 2019 et 2020.

### Sélection du DSM

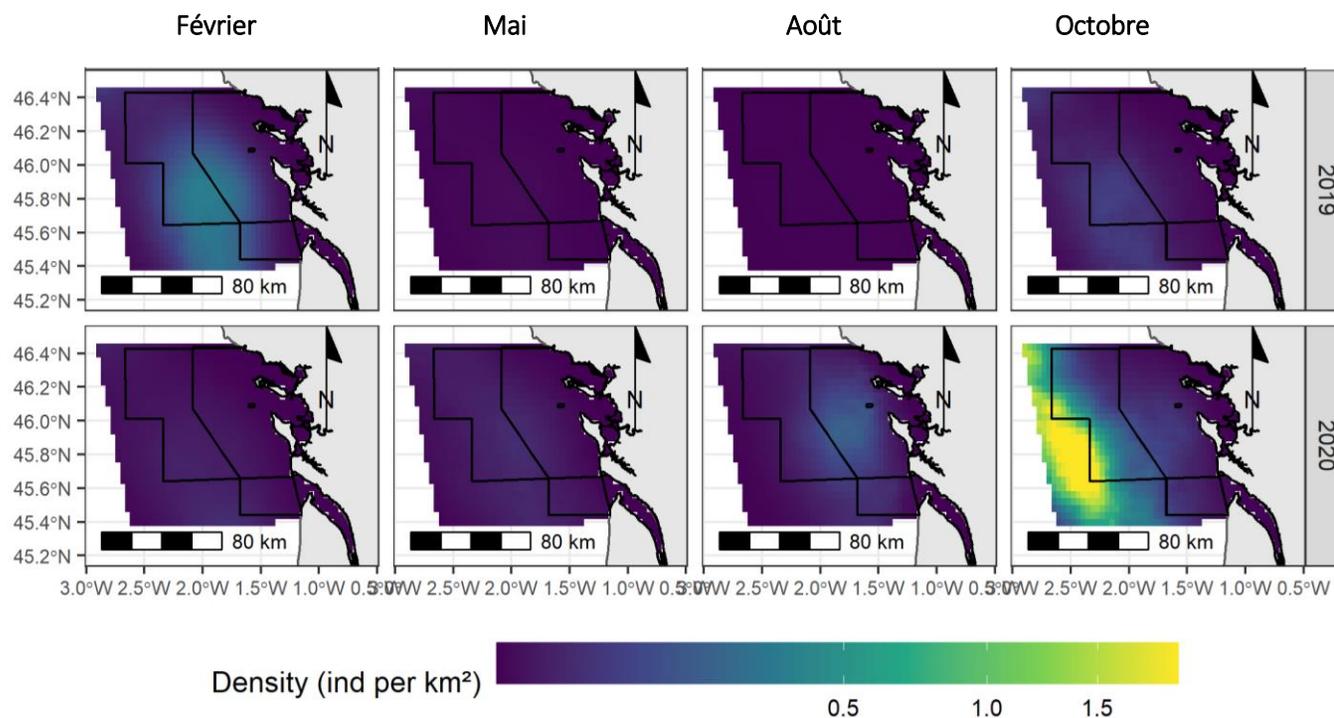
	loaic	weight	CHL_clim	CHL_4w	SST_clim	SST_4w	SLA_month	EKE_month	depth	distCoast	Slope	distCanyon
1	2080.4	0.67			x		x	x				
2	2084.9	0.33			x		x			x		
3	2086.6	0.00			x		x					
4	2089.6	0.00			x		x				x	
5	2090.1	0.00			x		x					x



Le meilleur modèle (modèle 1) inclut 3 variables : la **climatologie de la température de surface**, l'**anomalie de niveau d'eau** et l'**énergie cinétique des tourbillons**. La climatologie de température de surface et l'anomalie de niveau d'eau sont systématiquement sélectionnées dans les cinq meilleurs modèles. Pour les graphiques de l'Annexe 7, le modèle 1 a été retenu. Les modèles autorisant des relations différentes entre les différentes sessions ou saisons n'ont pas donné de résultats fiables.

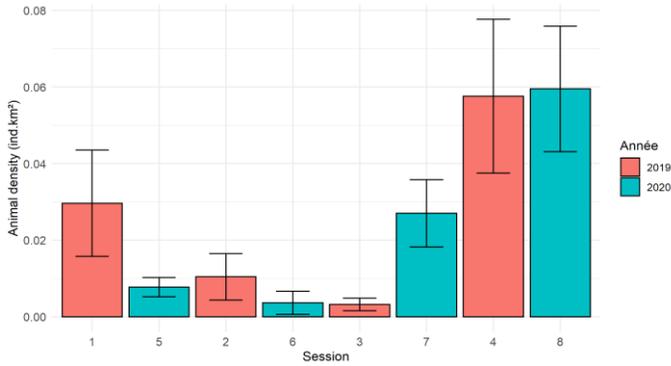
L'énergie cinétique des tourbillons ne présente pas de relation marquée avec la densité de mouettes pygmées, mais de grandes incertitudes sont à noter. L'anomalie de niveau d'eau montre une tendance plus marquée avec un léger effet seuil. En effet si les densités de mouettes pygmées diminuent avec des anomalies positives, au-delà d'une certaine valeur cette diminution cesse. La relation avec la température de surface montre une relation négative avec des densités qui diminuent fortement avec l'augmentation des températures, en lien avec la présence saisonnière de l'espèce dans la zone. Une forte différence d'abondance entre les 2 années est constatée. Ces prédictions indiquent également que les mouettes pygmées sont principalement observées au large de la zone d'étude (Figure 29).

Figure 29. Prédiction de la densité des mouettes pygmées lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 7.

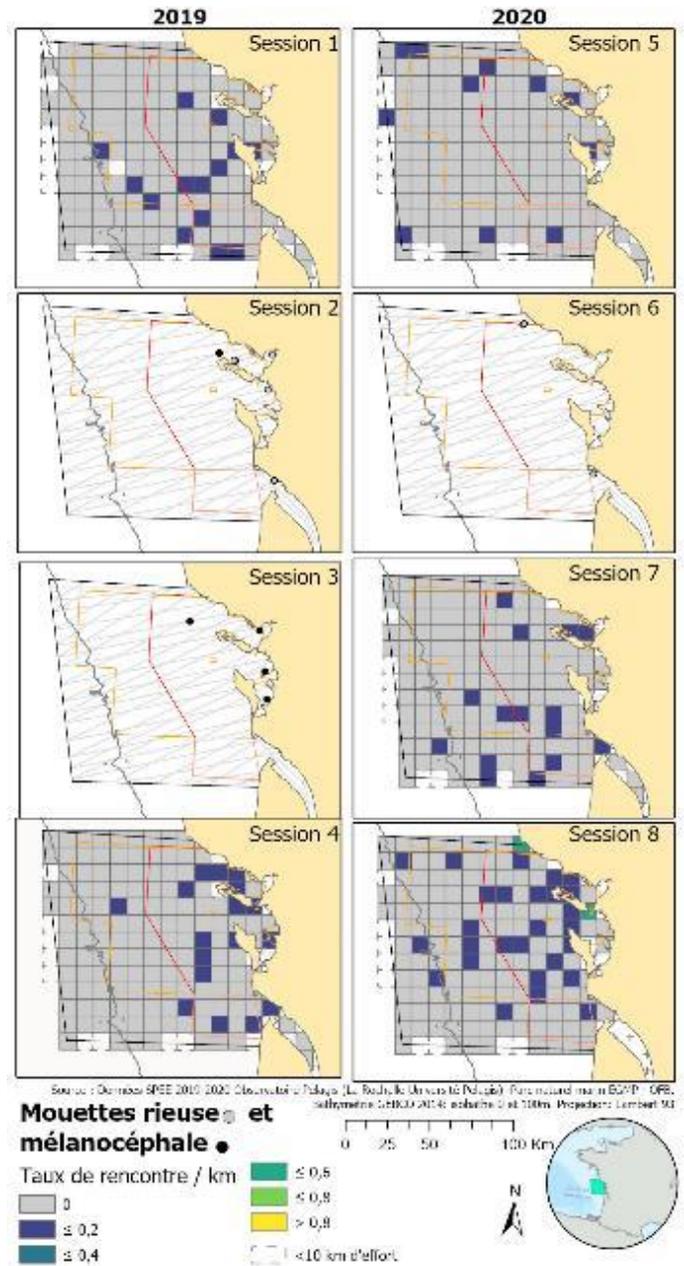


## Les mouettes rieuse et mélanocéphale

- ✓ Présence toute l'année dans le périmètre du Parc bien que rare au printemps (Figure 30).
- ✓ Variations de densités saisonnières avec une densité maximale à l'automne.



Figures 30. Densités obtenues par analyses CDS sur la zone d'étude, de haut en bas, pour les mouettes rieuse et mélanocéphale groupées au cours des campagnes SPEE de 2019 et 2020.



## Les sternes

- ✓ Présence côtière marquée au printemps et en été essentiellement, avec des densités et occurrences les plus fortes au sein des pertuis charentais et à l'entrée de la Gironde.
- ✓ Distribution variable au cours de l'hiver, avec une présence plus marquée lors de l'hiver 2019 au large de Rochebonne et de l'Estuaire de la Gironde, mais à prendre avec précaution car il y a pu avoir confusion avec la mouette pygmée au cours du premier hiver.
- ✓ Saisonnalité plus ou moins marquée selon l'année, avec des valeurs de densités maximales en été.
- ✓ Variabilité interannuelle de densité importante observée en hiver et dans une moindre mesure au printemps. Les densités sont plus stables en été et à l'automne entre les deux années

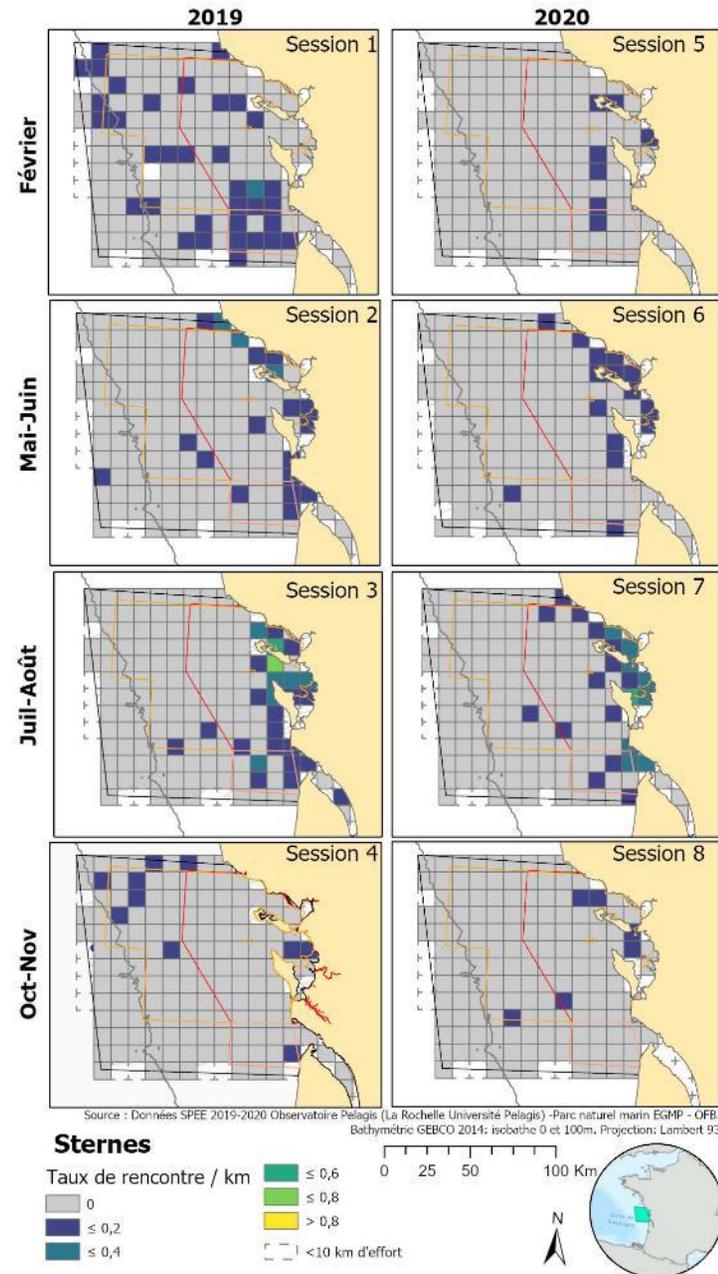
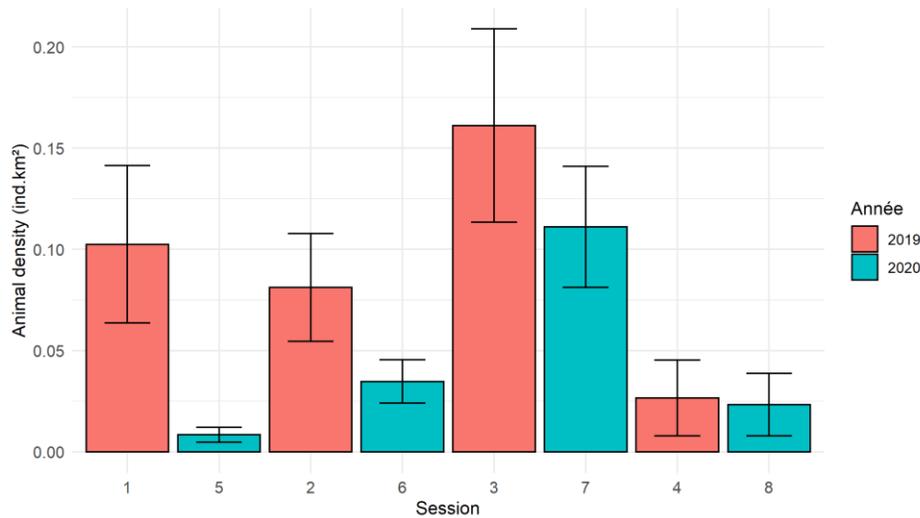


Figure 31. Densités obtenues par analyses CDS sur la zone d'étude (gauche) et cartes (droite) des taux de rencontre (observation/km) de sternes au cours des campagnes SPEE de 2019 et 2020.

Sélection du DSM

	looic	weight	CHL_clim	CHL_4w	SST_clim	SST_4w	SLA_month	EKE_month	depth	distCoast	Slope	distCanyon
1	1752.9	0.58		x		x		x				
2	1760.9	0.15		x	x			x				
3	1760.9	0.00				x		x				x
4	1761.6	0.00	x			x		x				
5	1763.7	0.27				x				x		

Le meilleur modèle comprend la concentration en chlorophylle a, la température de surface de l'eau et l'énergie cinétique des tourbillons. La température de surface et l'énergie cinétique des tourbillons

sont des variables sélectionnées par 4 modèles sur 5. La concentration en chlorophylle a est sélectionnée dans deux autres modèles. Pour les graphiques de l'annexe 7, le modèle 1 a été retenu. Les modèles autorisant des relations différentes entre les différentes sessions ou saisons n'ont pas donné de résultats fiables. La relation entre concentration en chlorophylle et densités de sternes, est non-linéaire : d'abord positif puis négatif (mais alors associé à une large incertitude). Pour ce qui est de la relation avec l'énergie cinétique des tourbillons, pour les faibles valeurs de celle-ci les densités de sternes vont initialement diminuer avant d'augmenter légèrement. La relation entre la température de surface suggère une densité plus faible associée aux eaux inférieures à 15°C.

Les abondances relatives prédites montrent des fortes variations interannuelles et, dans une moindre mesure, des variations intra-annuelles (variations entre les saisons). En effet, les abondances prédites sont plus élevées en 2019 qu'en 2020 (Figure 32). Au sein d'une année, les abondances les plus faibles sont prédites en automne. Enfin, les sternes sont observées proche des côtes, jusque dans les pertuis et dans le panache de la Gironde.

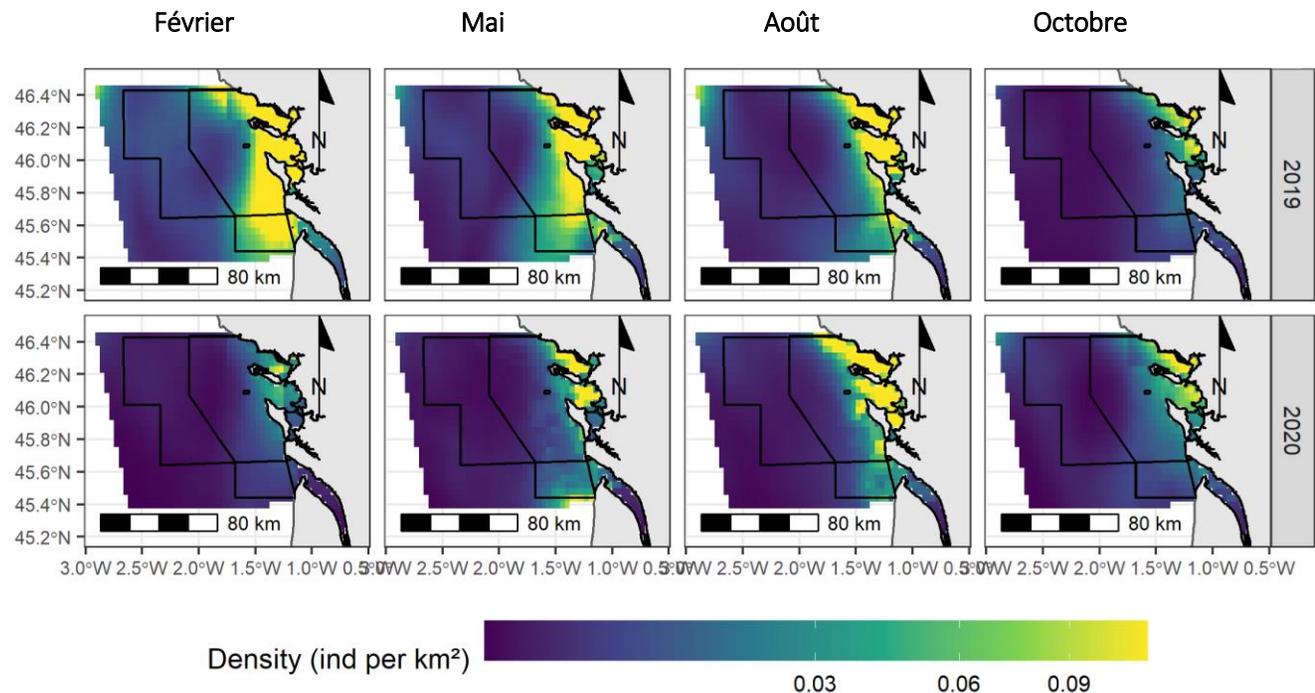


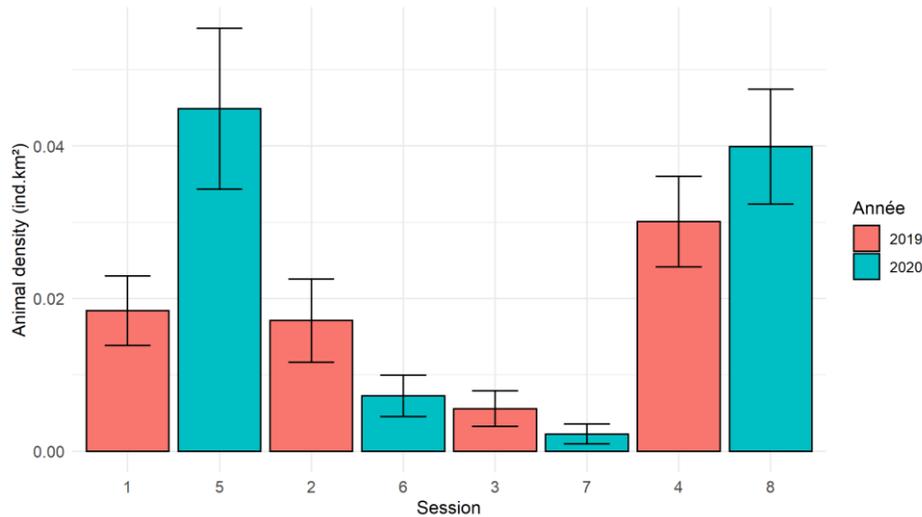
Figure 32. Prédications de la densité des sternes lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 7.

## Le grand labbe (et autres labbes)

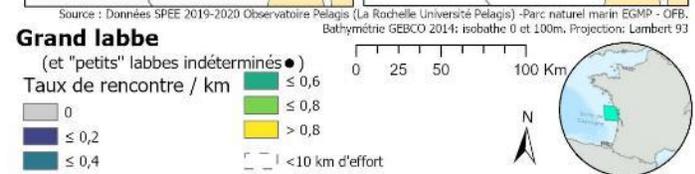
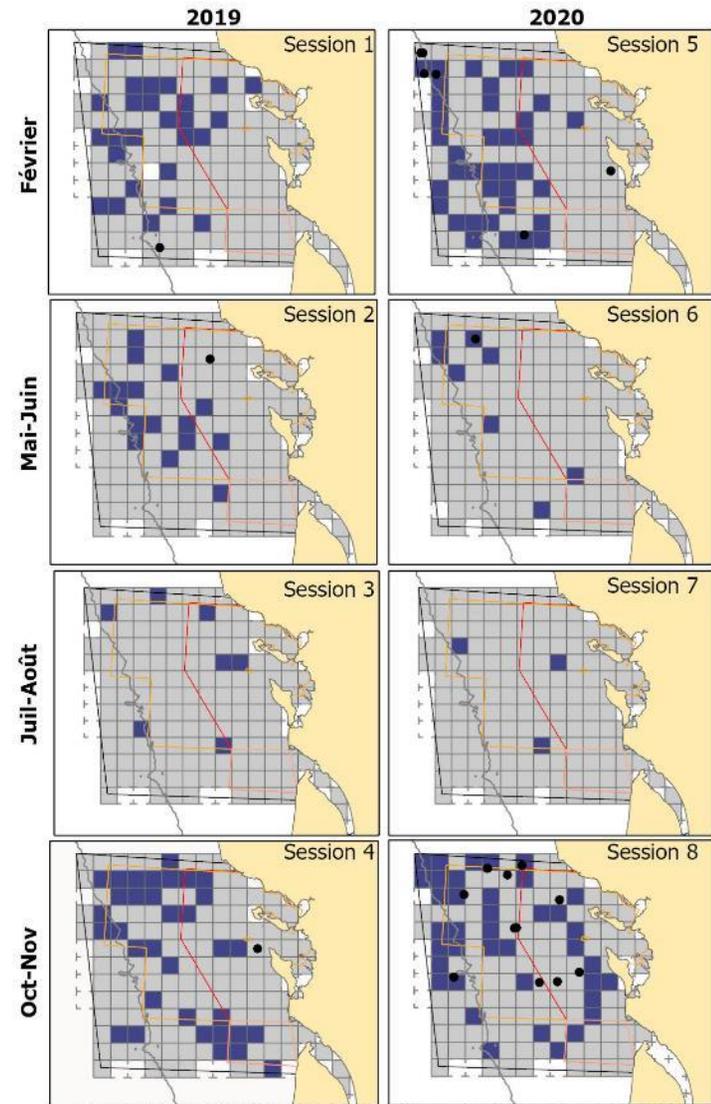


- ✓ Présence toute l'année avec néanmoins une fréquentation plus marquée en hiver et à l'automne (Figures 33).
- ✓ Distribution centrée sur la partie large de la ZPS Pertuis-Rochebonne et limite ouest du périmètre du Parc en hiver et plus côtière à l'automne.
- ✓ Variations saisonnières des densités avec des valeurs maximales pour l'hiver et l'automne 2020.

Le nombre d'observations obtenues pour les « petits labbes » n'est pas suffisant pour produire des densités et taux de rencontres. En revanche, leur distribution semble suivre un schéma similaire à celui du grand labbe.



Figures 33. Densités obtenues par analyses CDS sur la zone d'étude (gauche) et cartes (droite) des taux de rencontre (observation/km) pour le grand labbe et des observations des « petits » labbes indéterminés au cours des campagnes SPEE de 2019 et 2020.



### Sélection du DSM

	loaic	weight	CHL_clim	CHL_4w	SST_clim	SST_4w	SLA_month	EKE_month	depth	distCoast	Slope	distCanyon
1	1266.6	0.39					x	x		x		
2	1266.6	0.46		x				x		x		
3	1268.5	0.15		x			x			x		
4	1273.2	0.00			x		x			x		
5	1273.4	0.00					x				x	x

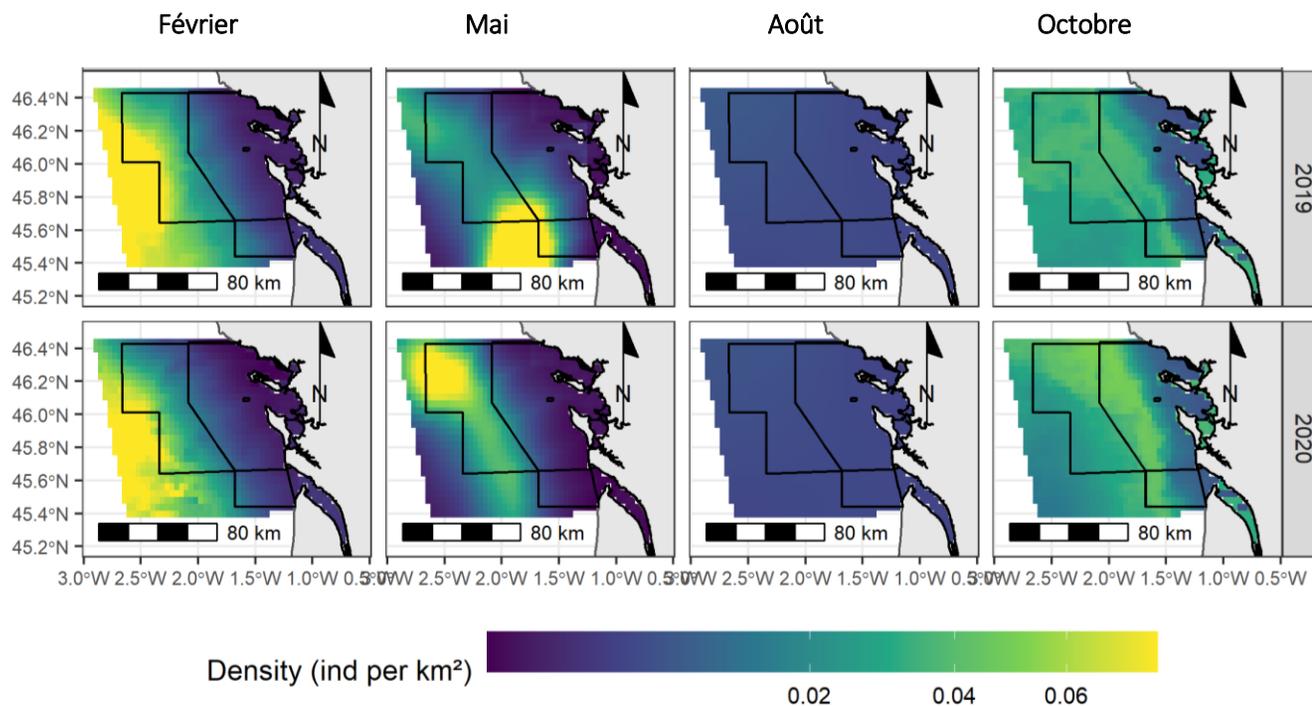
Le meilleur modèle (modèle 1) inclut 3 variables : l'anomalie de hauteur d'eau, l'énergie cinétique des tourbillons et la distance à la côte. Les variables distance à la côte et anomalie de hauteur d'eau sont sélectionnées par 4

des 5 modèles considérés. Pour les graphiques de l'Annexe 7, le modèle 1 a été retenu.

Le nombre de détection de grands labbes permettait d'ajuster des modèles autorisant des relations différentes entre les saisons (mais pas entre les sessions). Les densités de grands labbes augmentent en s'éloignant des côtes, excepté en été où aucune relation n'est visible. Concernant la relation avec l'anomalie de niveau d'eau, de fortes variations saisonnières sont mises en évidence. Si, au printemps et en été aucune tendance ne se distingue, en automne la relation est globalement positive avec l'augmentation des densités de grands labbes parallèlement aux anomalies de niveaux d'eau. En revanche, en hiver la relation est négative avec des grandes valeurs de l'anomalie. Enfin l'énergie cinétique des tourbillons a une relation positive uniquement au printemps.

Les abondances relatives prédites présentent de larges variations saisonnières, mais pas de variations interannuelles marquées (Figure 34). Les plus fortes densités de grands labbes sont prédites au large des côtes, à la limite de la zone d'étude en hiver. En automne, la distribution prédite des grands labbes est plus proche des côtes et des îles d'Oléron et de Ré. Enfin, les abondances de grands labbes sont les plus faibles en été.

Figure 34. Prédiction de la densité des grands labbes lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 7.

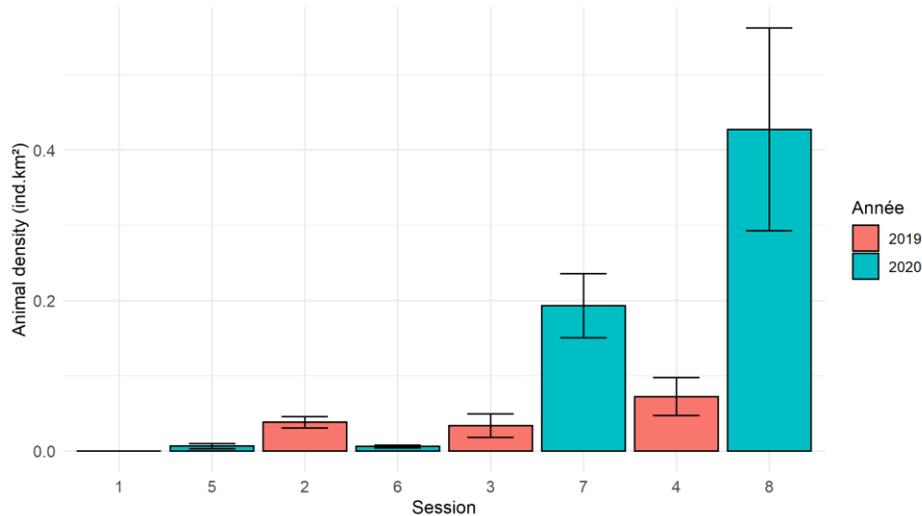




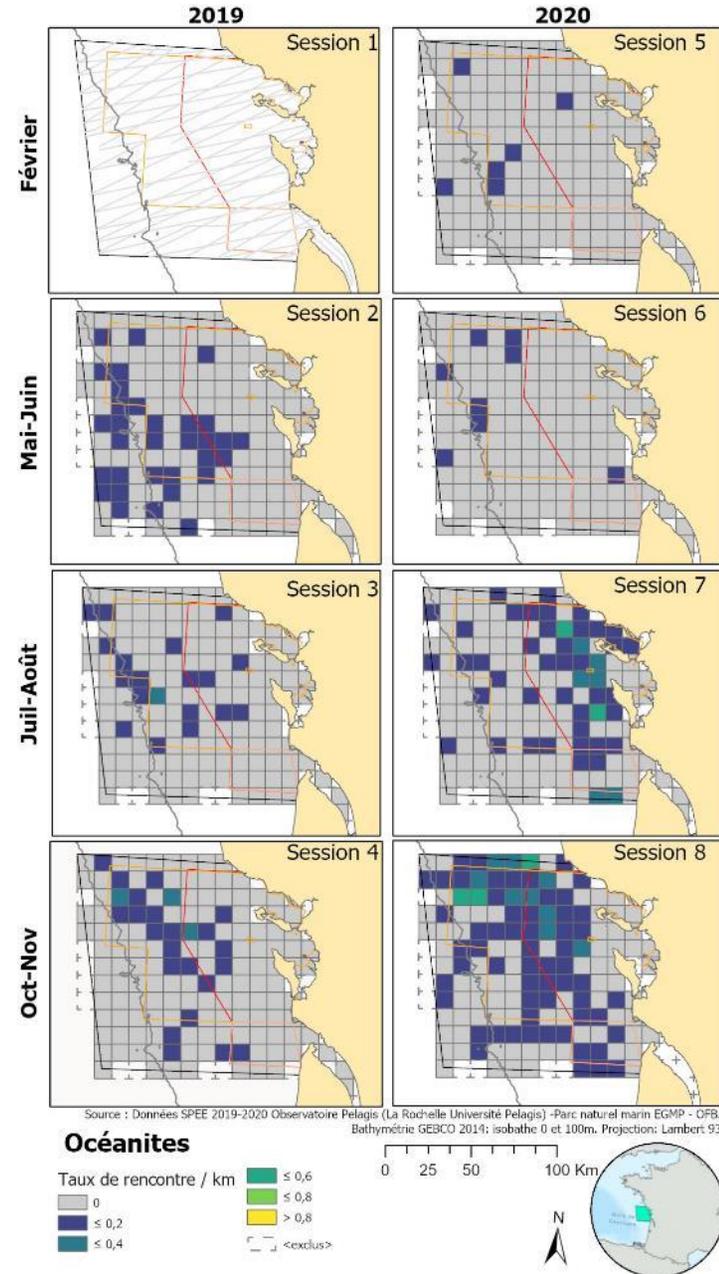
## Les océanites

Ce groupe d'espèces n'a pas été observé lors du premier hiver. C'est, certes, un groupe difficile à détecter depuis l'avion, mais de nombreuses observations ont été relevées lors de toutes les autres sessions. Cependant les observations sont bien moindres en hiver et les conditions d'observations moins propices n'ont pas permis sa détection.

- ✓ Présence marquée dans le périmètre du Parc, notamment en été et à l'automne (2020), ainsi que dans la partie large de la ZPS Pertuis-Rochebonne toute l'année (Figure .35)
- ✓ Saisonnalité particulièrement marquée en automne,
- ✓ Variabilité interannuelle de densités très importante. Avec forte augmentations en 2020.



Figures 35. Densités obtenues par analyses CDS pour les océanites sur la zone d'étude (gauche) et cartes (droite) des taux de rencontre des océanites au cours des campagnes SPEE de 2019 et 2020.



## Sélection du DSM

	loaic	weight	CHL_clim	CHL_4w	SST_clim	SST_4w	SLA_month	EKE_month	depth	distCoast	Slope	distCanyon
1	2122.5	0.01	x					x				x
2	<b>2128.1</b>	<b>0.67</b>	<b>x</b>								<b>x</b>	<b>x</b>
3	2129.5	0.00	x									x
4	2130.4	0.32		x				x	x			
5	2130.7	0.00						x	x			

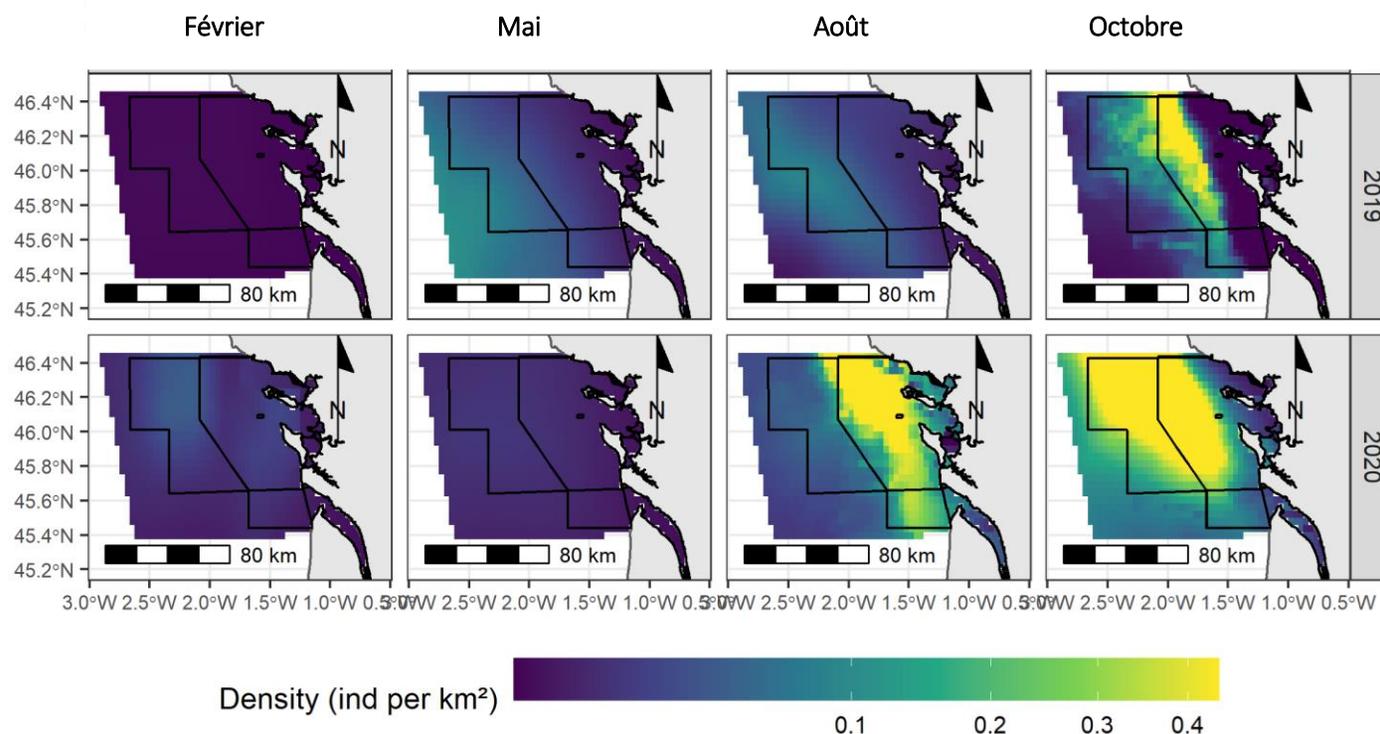
Le modèle sélectionné (modèle 2, poids de stacking le plus élevé) inclut 3 variables : la climatologie de concentration en chlorophylle a, la pente du fond marin et la distance au canyon le plus proche. Pour les graphiques de l'annexe 7, le modèle 2 a été retenu. Le

nombre de détection d'océanites permettait d'ajuster des modèles autorisant des relations différentes entre les différentes sessions. La relation avec la distance au canyon le plus proche présente d'importantes variations saisonnières. En effet en 2019 alors que la relation est négative, en automne elle est positive. L'été 2019 et l'automne 2020 présentent de légères variations de densités de formes sinusoidales. Ces variations sont difficiles à interpréter. La pente du fond marin a un effet très faible sur la densité des océanites. Enfin, la relation entre climatologie de concentration en chlorophylle et les densités d'océanites présente une relation positive en automne 2019 et légèrement négative en été 2020.

Les prédictions ci-dessous mettent en évidence une forte saisonnalité des océanites puisque ces derniers semblent présents sur la zone d'étude du printemps

jusqu'à l'automne, mais sont très peu abondants en hiver. Les plus fortes abondances relatives prédites sont en automne et se situent dans la zone d'étude, au large des île d'Oléron et de Ré. Une certaine différence entre les 2 années est également relevée avec des densités plus fortes en 2020.

Figure 36. Prédiction de la densité des océanites lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 7.



## Les procellariidés



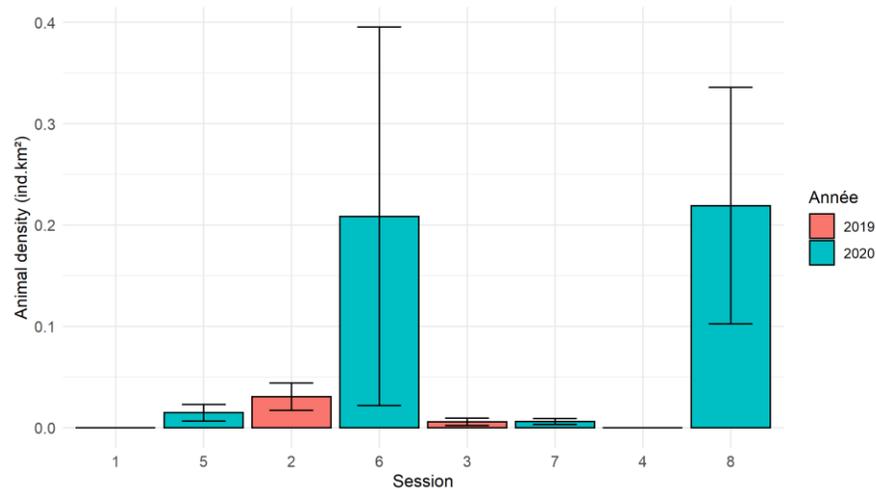
**Les petits puffins** : regroupent le puffin des anglais et le puffin des Baléares, difficiles à distinguer par observation aérienne.

- ✓ Présence à l'année mais plus marquée au printemps et à l'automne dans le périmètre du Parc et de la ZPS (Figures 37).
- ✓ Forte variabilité inter annuelle dans les densités, notamment aux saisons de plus forte présence.

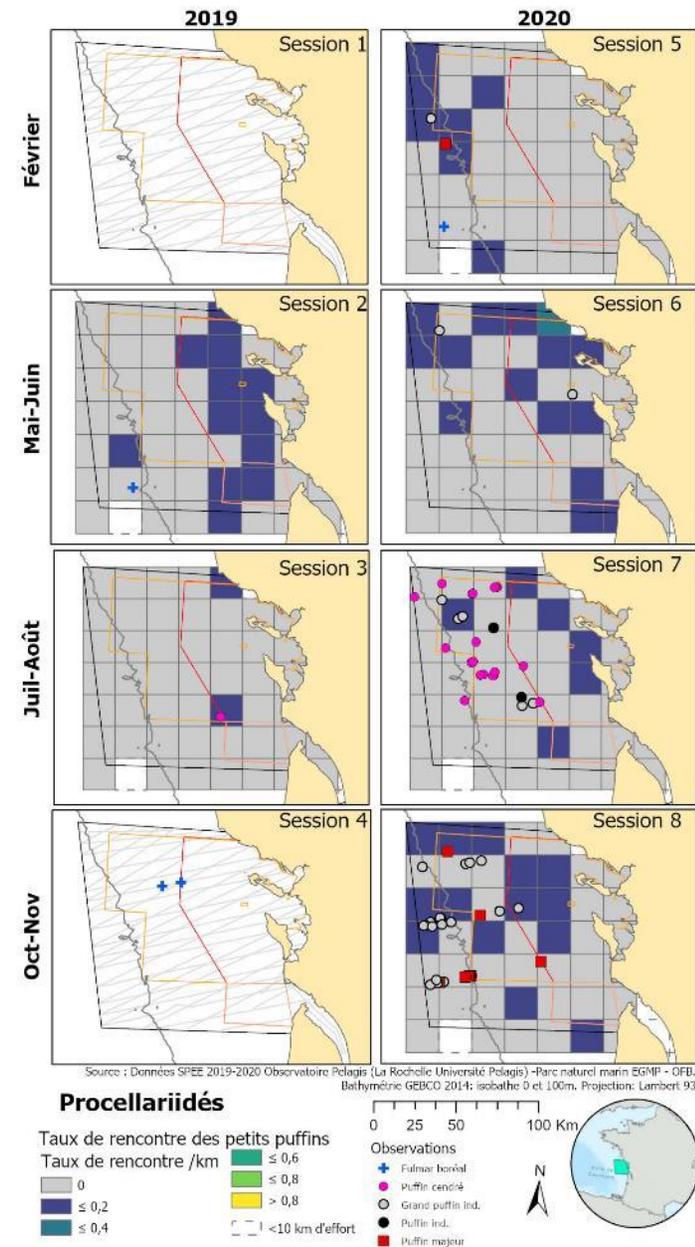
**Les grands puffins** : les observations sont plus occasionnelles et au large de la ZPS Pertuis Charentais.

- ✓ Puffin cendré présent en été, notamment en 2020.
- ✓ Puffin majeur présent à l'automne (regroupé en radeaux), observé uniquement en 2020.

**Le fulmar boréal** n'est que peu observé, avec quelques individus épars.



Figures 37. Densités obtenues par analyses CDS pour les petits puffins sur la zone d'étude (gauche) et cartes (droite) des taux de rencontre de « petits puffins » et des observations de « grands puffins » et fulmars au cours des campagnes SPEE de 2019 et 2020.



## Les petits puffins

### Sélection du DSM

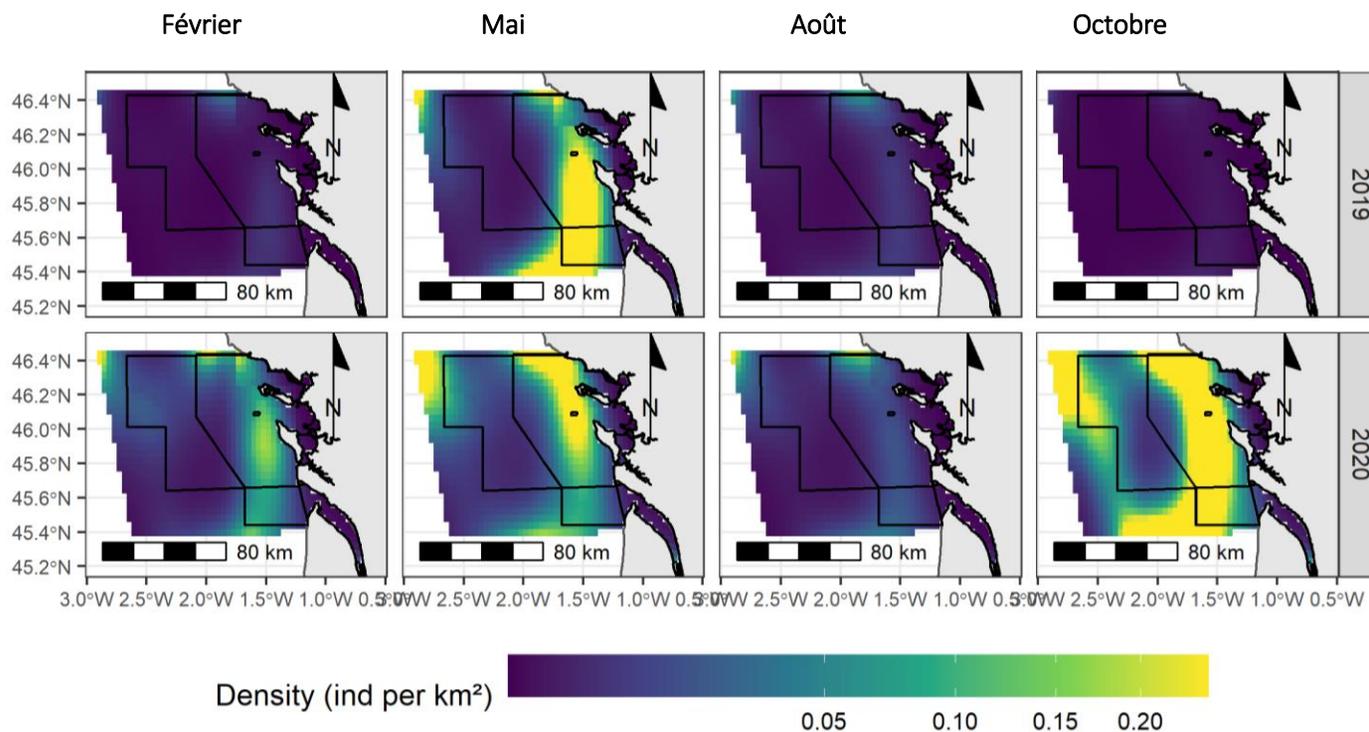
	loaic	weight	CHL_clim	CHL_4w	SST_clim	SST_4w	SLA_month	EKE_month	depth	distCoast	Slope	distCanyon
1	841.6	0.43	x					x				
2	844.5	0.21	x					x			x	
3	845.3	0.12					x	x	x			
4	848.6	0.24						x	x			
5	849.2	0.00						x			x	

Le meilleur modèle (modèle 1) inclut deux covariables : la climatologie de concentration en chlorophylle a et l'énergie cinétique des tourbillons qui est partagée par l'ensemble des modèles. Pour les graphiques de l'annexe

7, le modèle 1 a été retenu. Le nombre de détection de petits puffins ne permettait pas d'ajuster des modèles autorisant des relations différentes entre les différentes sessions ou saisons. La concentration en chlorophylle ne montre aucune relation claire sur la densité des petits puffins. En revanche, en dépit d'incertitudes assez importantes, la relation entre les densités de petits puffins et l'énergie cinétique des tourbillons est assez nette : la densité, jusqu'à un certain seuil, augmente avec des valeurs plus élevées de l'énergie cinétique des tourbillons.

Les prédictions ci-dessous (Figure 38) reflètent bien les variations saisonnières observées par CDS (Figure 38) puisque c'est au printemps et en automne que les petits puffins sont le plus abondant sur la zone d'étude et ce légèrement au large des côtes en dehors des Pertuis. Une forte variation annuelle est également constatée avec des abondances prédites les plus importantes pour l'automne 2020 alors qu'à la même période en 2019 les petits puffins étaient absents.

Figure 38. Prédictions de la densité des petits puffins lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 7.



## Les autres espèces d'oiseaux (oiseaux du littoral)

Parmi les nombreuses espèces d'oiseaux du littoral, les plus relevées lors des survols sont les anatidés comme les bernaches cravants et les tadornes de Belon sur la bande littorale (Figure 39). Les limicoles sont peu observés en raison de leur distribution sur la partie « sèche » du littoral, leur faible détectabilité (notamment posés) et leur identification. De plus, les zones du littoral lors de la marée basse ont été peu survolées et même évitées. Le recensement de ces espèces demanderait un protocole de survol et un plan d'échantillonnage spécifique.

Plus marins, les macreuses (noires et/ou brunes), les cormorans et les plongeurs ont été également observés.

**Les macreuses** ont été principalement observées en hiver et à l'automne avec une distribution très localisée aux abords de l'entrée du pertuis de Maumusson (large des côtes sauvages du sud d'Oléron et de la Coubre) ainsi que dans le pertuis breton au large de la côte vendéenne.

**Les cormorans** ont été observés toute l'année mais avec des observations en mer plus nombreuses en hiver et à l'automne.

**Les plongeurs** ont été observés au large des pertuis mais dans le périmètre du Parc et exclusivement en hiver.

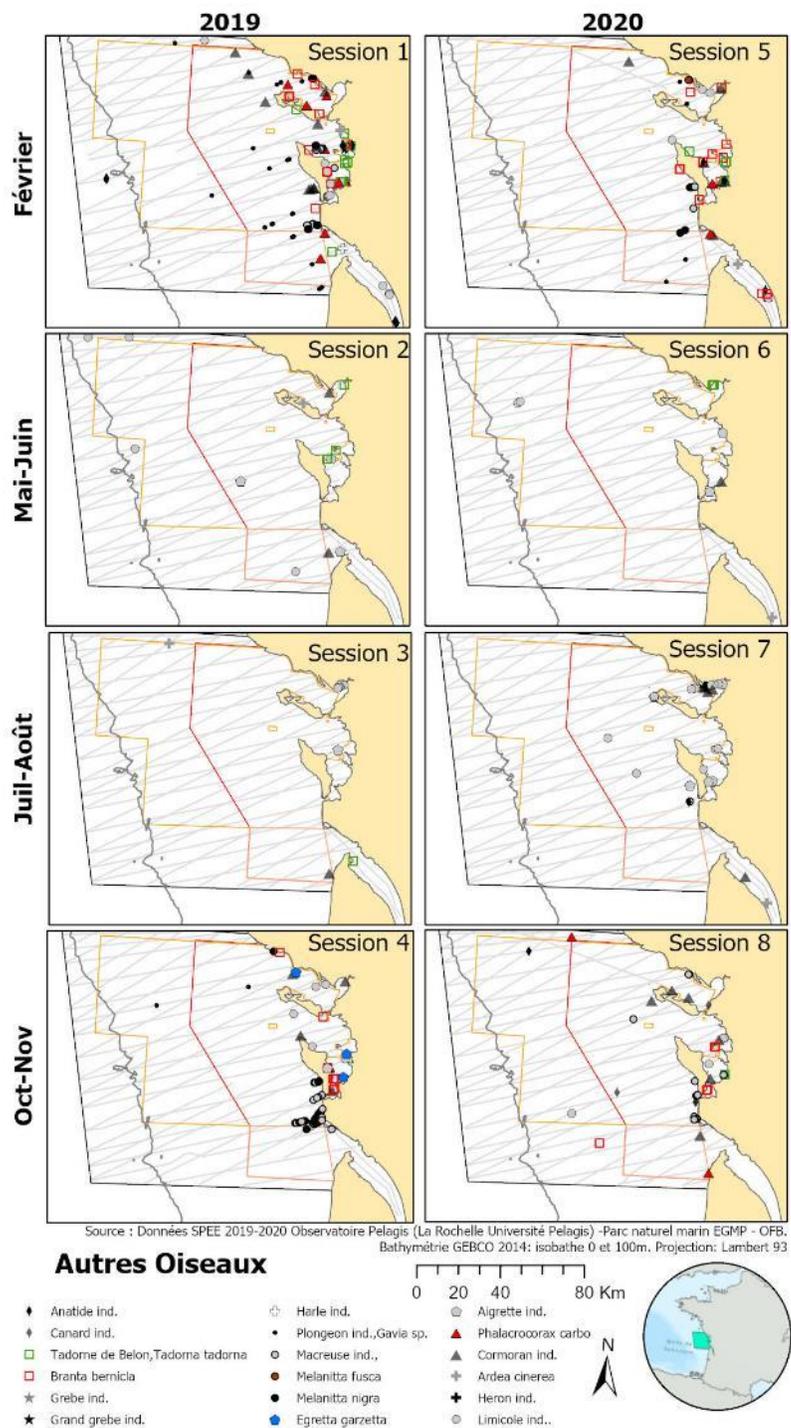


Figure 39. Carte des observations d'autres espèces d'oiseaux marins et du littoral collectées au cours des campagnes SPEE en 2019 et 2020.

## Les autres espèces de la mégafaune marine

Parmi les autres observations de faune marine enregistrées : tortues (Figure 41), grands poissons pélagiques (thonidés et poissons lune principalement, Figures 42 et 43) et élastombranches (Figure 44) sont relevés de la même manière que les cétacés, c'est à dire quelle que soit la distance de détection avec un relevé de l'angle (distance au transect). Les méduses, quant à elles, sont relevées uniquement dans la bande de 200 m (Figure 46).

Les tortues représentent 10 observations (Tableau 9), il s'agit principalement de la tortue luth observée du printemps à l'automne.

Pour les autres espèces les fonctions de détections et estimations de densité sur la zone sont données en annexe 2 et à titre informatif pour la zone du Parc marin et de la ZPS Pertuis charentais- Rochebonne sont données en Annexe 3 à 5.



Figure 40. Image prise avec le dispositif STORMM (août 2020) montrant un thon en bas à droite dans un groupe de dauphins communs.

Tableau 9. Observations tortues, élastombranches, grands poissons pélagiques et méduses relevées au cours des campagnes SPEE – 2019 et 2020, en effort d'observation.

	Hiver		Printemps		Été		Automne	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
<i>Session</i>	1	5	2	6	3	7	4	8
Tortues à écailles ind.	2 (2)							
Tortue luth ( <i>Dermochelys coriacea</i> )			1 (1)	1 (1)	2 (2)	1 (1)	3 (3)	
Raie ind.		1 (1)	2 (2)					
Requins ind.	1 (1)		3 (3)	5 (5)	1 (1)	1 (1)		1 (1)
Requin peau-bleue ( <i>Prionace glauca</i> )			80 (80)	45 (46)	16 (16)	180 (192)		2 (2)
Grands poissons ind.		4 (13)	61 (303)	42 (146)	15 (1 058)	47 (87)	2 (2)	18 (69)
Poissons à rostre (espadon/marlin)					1 (1)			
Poisson lune ( <i>Mola mola</i> )	2 (2)	3 (3)	12 (12)	47 (53)	3 (3)	57 (60)	2 (2)	26 (31)
Thonidés (thon/bonite)		12 (110)			46 (348)	205 (1 229)	14 (97)	112 (723)
Petits poissons ind. (banc)	6 (2 021)		15 (3 700)	22 (51)	3 (1 310)	6 (351)	1 (1)	6 (1 304)
Méduses ind.	175 (464)	452 (1 390)	101 (412)	260 (1858)	265 (3362)	539 (4 128)	185 (783)	204 (417)
Plancton (concentration en surface)					1 (1)	3 (3)		
<b>Total</b>	186 (2 490)	472 (1 517)	275 (4513)	422 (2 160)	353 (6 102)	1 039 (6 052)	207 (888)	369 (2547)

## Poisson lune et tortues marines

- ✓ Essentiellement observés au printemps et en été, bien qu'encore bien présents au cours de l'automne 2020.
- ✓ Présence surtout au large de la ZPS Pertuis-Rochebonne, avec cependant une présence notable à l'échelle du parc au cours de l'été 2020.
- ✓ Variabilité inter annuelle importante de densités, les plus élevées ont été enregistrées au cours des 3 dernières sessions (printemps-été-automne 2020).

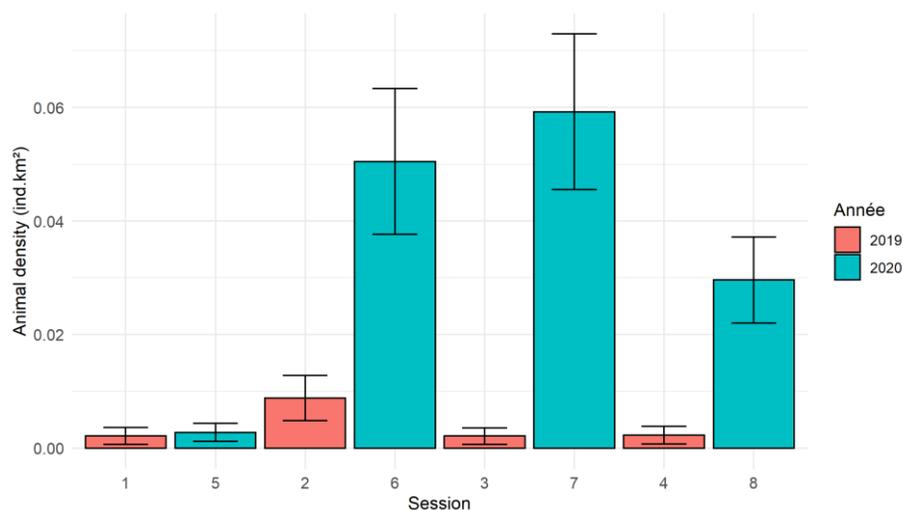
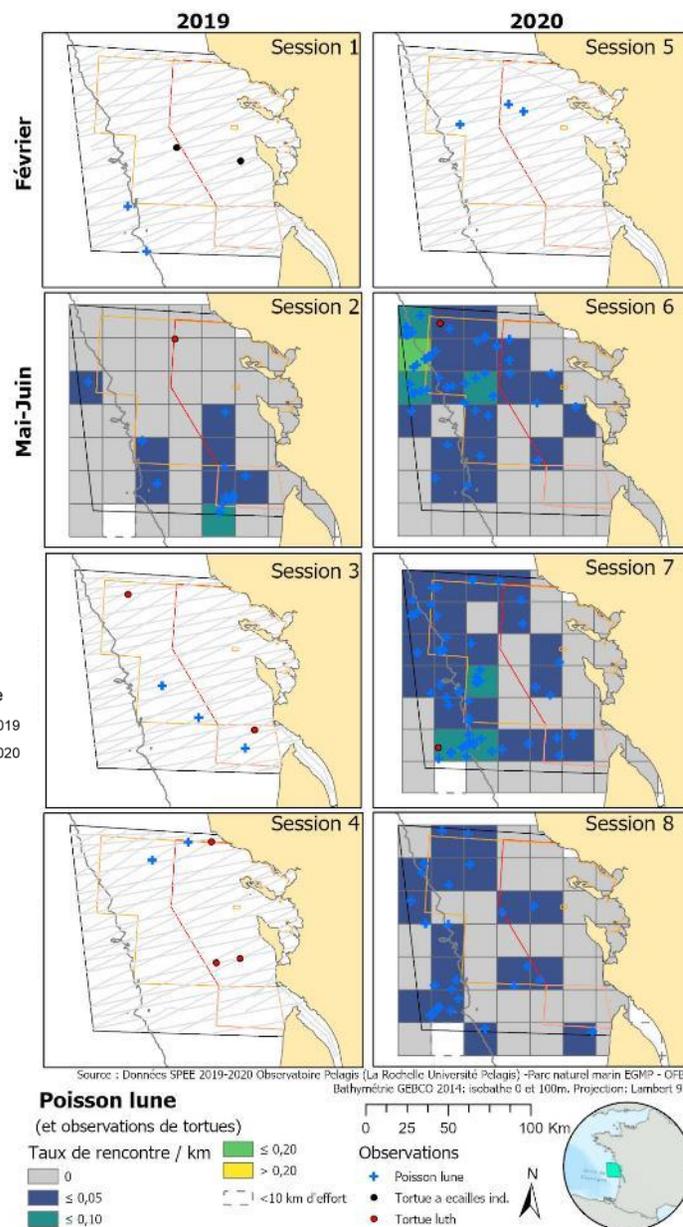


Figure 41. Densités de poissons lune obtenues par analyses CDS sur la zone d'étude (gauche) et cartes (droite) des taux de rencontre pour les poissons lune et des observations pour les tortues au cours des campagnes SPEE de 2019 et 2020.



## Poisson lune

Sélection du DSM

	loaic	weight	CHL_clim	CHL_4w	SST_clim	SST_4w	SLA_month	EKE_month	depth	distCoast	Slope	distCanyon
1	916.8	0.40			x		x					x
2	917.0	0.22			x		x	x				
3	917.5	0.00			x		x			x		
4	917.8	0.23	x				x	x				
5	918.2	0.15				x	x	x				

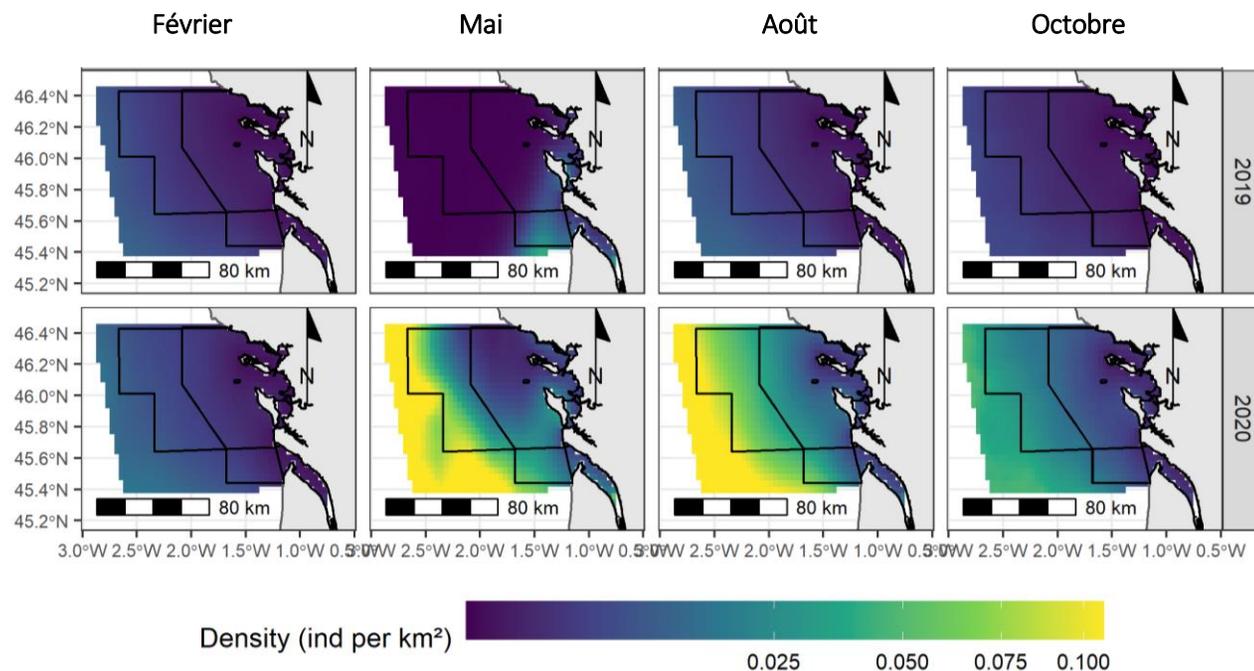
Le meilleur modèle inclut trois covariables : la climatologie de température de surface de l'eau, l'anomalie de hauteur d'eau et la distance au canyon le plus proche.

L'anomalie de hauteur est systématiquement retenue dans les modèles et la température de surface de l'eau est retenue dans 4 modèles. Le nombre de détection de poissons lune ne permettait pas d'ajuster de modèles autorisant des relations différentes entre les différentes sessions, mais semblait suffisant pour estimer des relations différentes entre les saisons. Pour les graphiques de l'Annexe 8, le modèle 1 a été retenu.

La relation entre densité de poisson lune et anomalie de hauteur d'eau est nulle en été et en automne, mais positive en hiver et au printemps. Dans le cas du printemps, de fortes densités sont associées aux valeurs élevées d'anomalie de hauteur mais les incertitudes sont également très élevées. La relation entre densité de poisson lune et climatologie de température de surface de l'eau est nulle en hiver et en été et négative au printemps et à l'automne : de plus fortes densités sont associées aux eaux froides à ces deux saisons. Enfin, la relation avec la distance au canyon est nulle sauf au printemps où la densité de poisson lune est plus faible à proximité des canyons, bien que cet effet soit faible.

Les prédictions (Figure 42) mettent en évidence une forte variabilité des abondances de poisson lune entre les différentes sessions. Une plus forte abondance relative en 2020 par rapport à 2019 est notable. Les zones de fortes densités prédites sont au large de la zone d'étude, notamment au printemps et l'été 2020. Les abondances relatives prédites dans la zone d'étude sont rapportées en Annexe 8. Il est à noter toutefois une forte variabilité des prédictions entre les différents modèles. Pour cette raison, la médiane plutôt que la moyenne est rapportée car moins sensible aux prédictions extrêmes.

Figure 42. Prédiction de la densité du poisson lune lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 8.



## Les grands poissons pélagiques (thons et autres grands poissons indéterminés)

La plupart des observations de grands poissons pélagiques sont probablement de grands scombridés migrateurs (thons, thonines, bonites). Les plus grands sont relevés en tant que « thon » indéterminé (germon ou thon rouge), parfois ne sont détectés que des remous caractéristiques de chasse en surface. Plus rarement, les animaux sont bien visibles sous la surface et la taille peut même être estimée entre 1 et 2 m, correspondant probablement plus à celle du thon rouge.

- ✓ Essentiellement observés du printemps à l'automne (Figure 43).
- ✓ Présents surtout sur les parties large de la ZPS Pertuis-Rochebonne et du Parc.
- ✓ Pic de densité en été, correspondant probablement à la présence des grands scombridés, mais également au cours de l'automne 2020.

La modélisation d'habitat n'a pas donné de résultats satisfaisants pour ce groupe taxonomique, ceci est probablement lié à la diversité de sa composition spécifique.

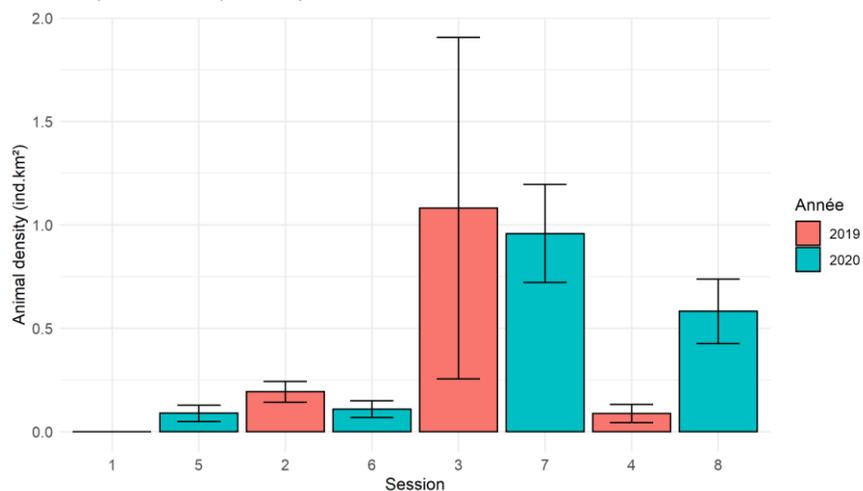
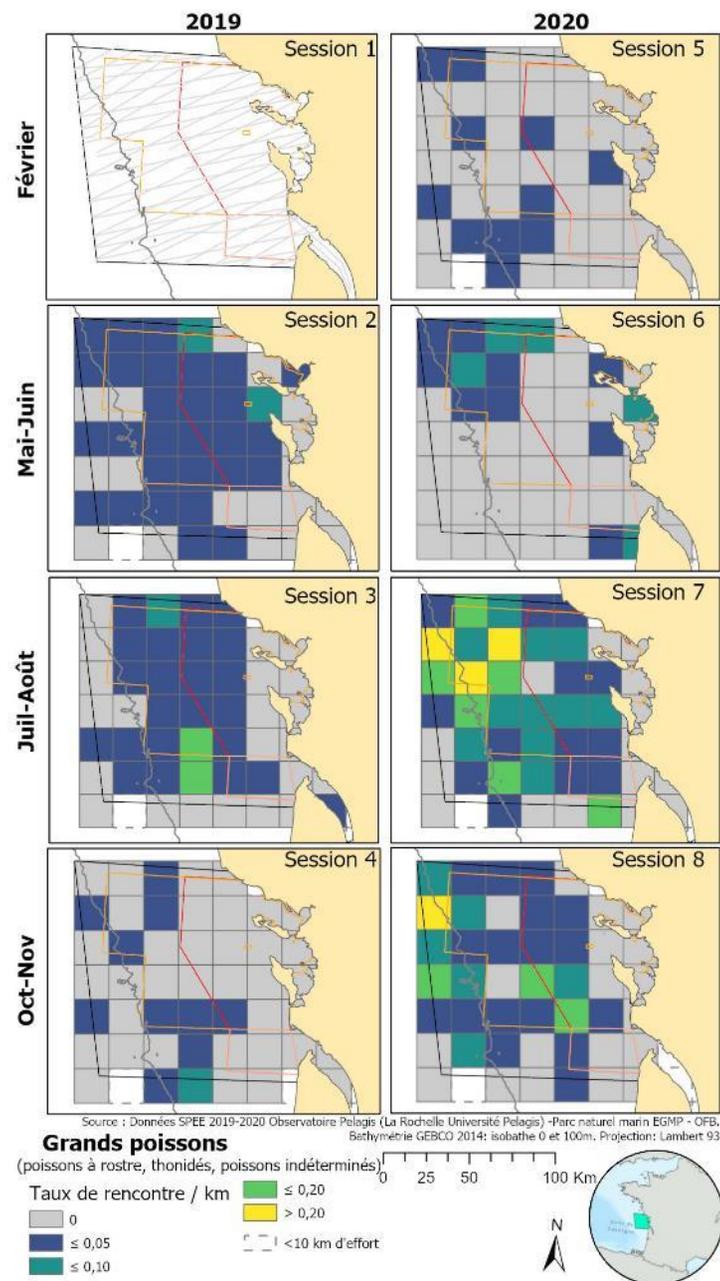


Figure 43. Densités obtenues pour les thons et autres grands pélagiques indéterminés par analyses CDS sur la zone d'étude (gauche) et cartes (droite) des taux de rencontre au cours des campagnes SPEE 2019 et 2020.



## Les requins

- ✓ La seule espèce identifiée est le requin peau bleue qui représenterait 96% des observations de requins réalisées.
- ✓ Essentiellement observés au printemps (2019) et en été (2020)
- ✓ Présents surtout sur la partie large de la ZPS Pertuis – Rochebonne, avec cependant une présence notable à l'échelle du parc au cours de l'été 2020.
- ✓ Variabilité interannuelle de densités importante pour la saison estivale. Cette variabilité peut s'expliquer par une présence des requins en surface et par leur détection très dépendante de l'état de la mer.

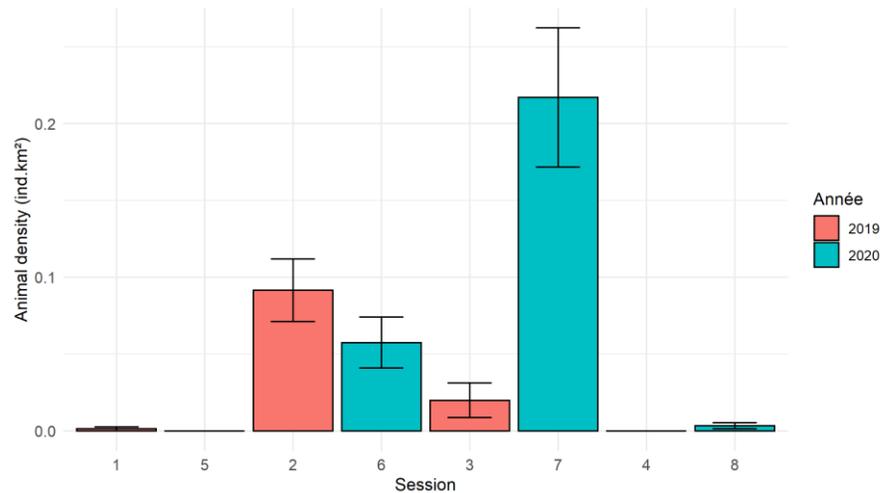
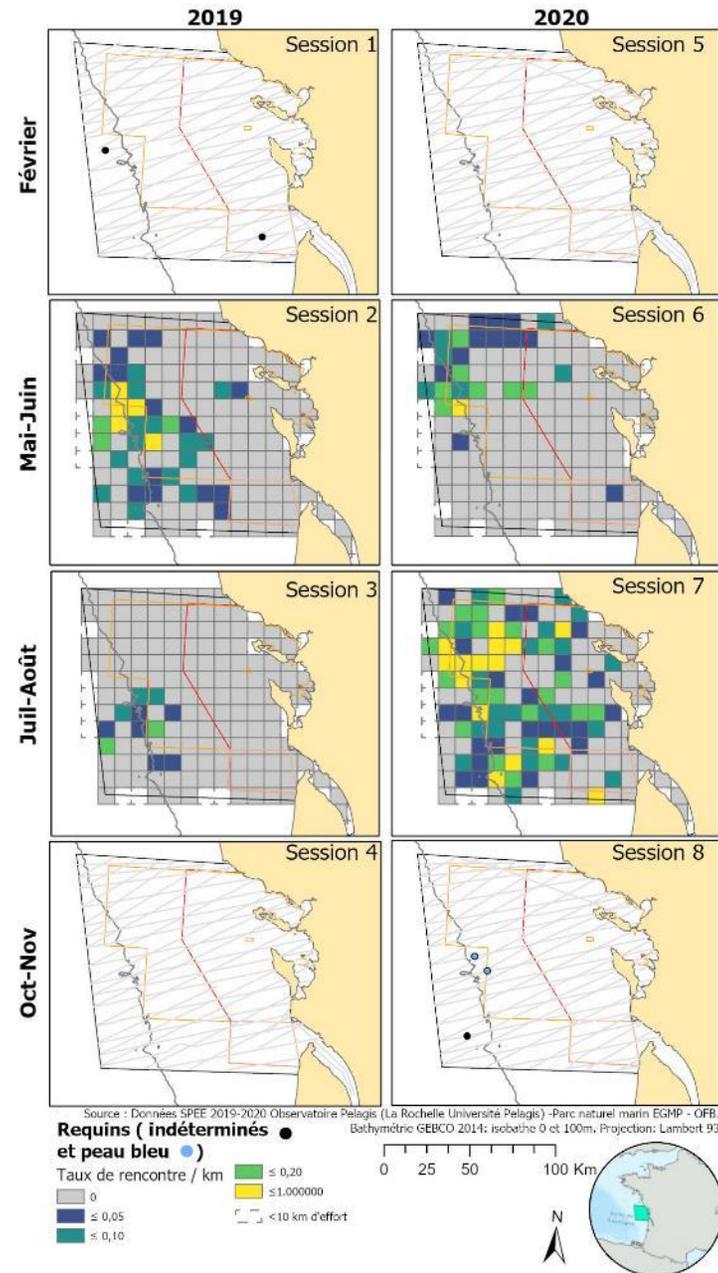


Figure 44. Densités obtenues par analyses CDS pour les requins sur la zone d'étude (gauche) et cartes taux de rencontre ou des observations (lorsque moins de 3 observations sont collectées par session) au cours des campagnes SPEE 2019 et 2020.



## Sélection du DSM

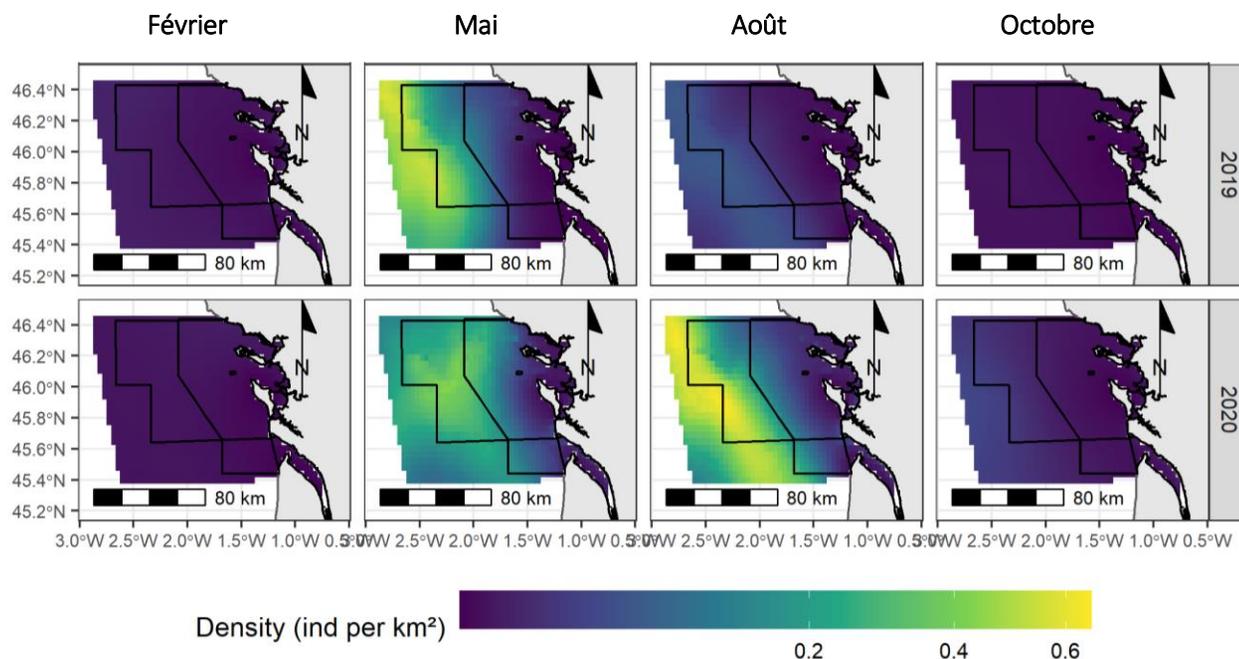
	loaic	weight	CHL_clim	CHL_4w	SST_clim	SST_4w	SLA_month	EKE_month	depth	distCoast	Slope	distCanyon
1	1190.7	0.61			x		x					x
2	1195.6	0.39			x		x		x			
3	1198.8	0.00			x		x	x				
4	1198.9	0.00			x		x				x	
5	1199.0	0.00			x		x			x		

Le meilleur modèle inclut trois covariables : la climatologie de température de surface de l'eau, l'anomalie de hauteur d'eau et la distance au canyon le plus proche. L'anomalie de hauteur et la climatologie de température de surface de l'eau sont systématiquement retenues dans les modèles. Les autres covariables retenues sont différentes entre les cinq meilleurs modèles, qui sont tous très proches (critère *loaic*). Le nombre de détection de requins ne permettait pas d'ajuster de modèles autorisant des relations différentes entre les différentes sessions, mais semblait suffisant pour estimer des relations différentes entre les saisons. Pour les graphiques de l'annexe 8, le modèle 1 a été retenu.

La relation entre densité de requins et anomalie de hauteur d'eau est nulle en été, positive en hiver mais négative au printemps et à l'automne. Ces changements de signes entre les différentes saisons restent difficilement interprétables. La relation entre densité de poissons lune et la climatologie de température de surface de l'eau est nulle sauf au printemps où de plus fortes densités sont associées aux eaux les plus froides et aux eaux les plus chaudes. Toutefois, de très grandes incertitudes sont associées également et génèrent des prédictions instables (Annexe 8). Enfin, la relation avec la distance au canyon est nulle à l'automne et en hiver, mais de plus faibles densités de requins sont prédites loin des canyons au printemps et en été.

Les prédictions ci-dessous (Figure 45) mettent en évidence une forte variabilité des abondances relatives de requins avec une saisonnalité marquée. Les abondances prédites sont proches de zéro en automne et en hiver. Une plus forte abondance en été 2020 par rapport à l'été 2019 est notable, mais probablement liées aux meilleures conditions d'observation rencontrées en 2020 (Figure 4). Les zones de fortes densités prédites sont au large de la zone d'étude, notamment au printemps 2019 et à l'été 2020. Les abondances relatives prédites dans la zone d'étude sont rapportées en Annexe 8. Il est à noter toutefois une forte variabilité des prédictions entre les différents modèles. Pour cette raison, la médiane plutôt que la moyenne est rapportée car moins sensible aux prédictions extrêmes.

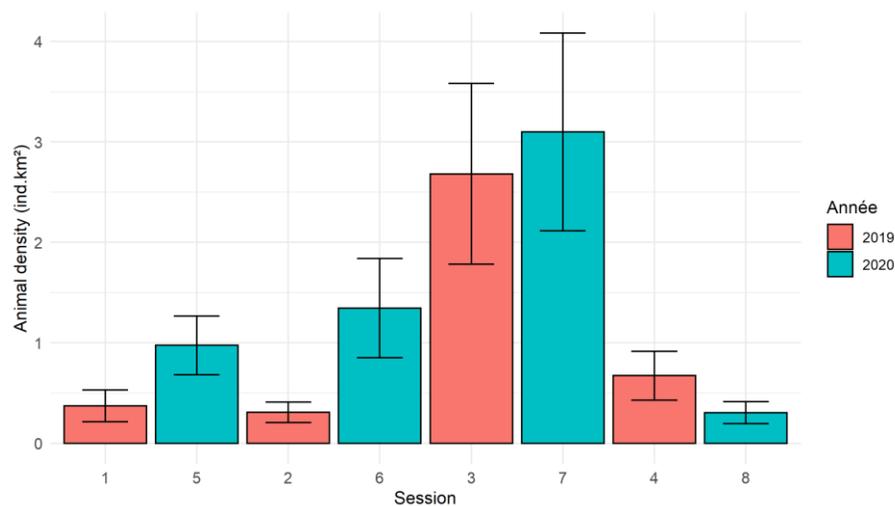
Figure 45. Prédiction de la densité des requins lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 8.



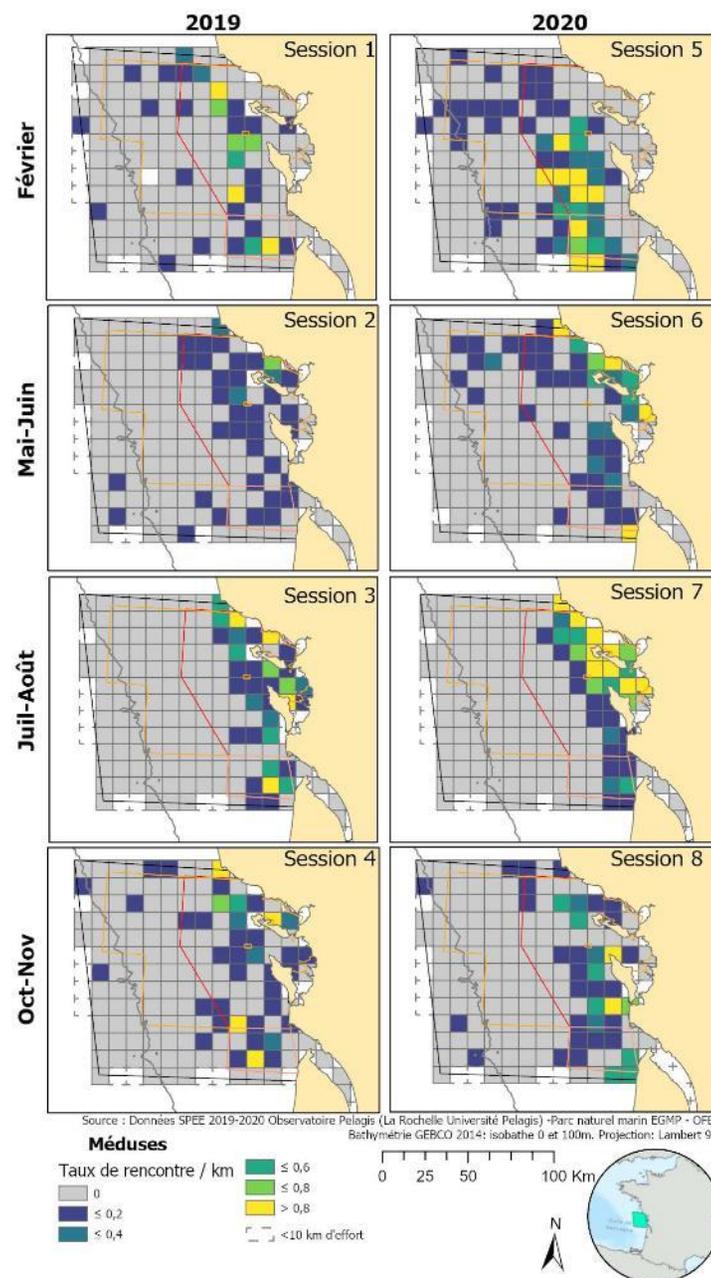
## Les méduses

Les méduses observées sembleraient appartenir au moins à deux espèces. La première, facile à distinguer de par sa grande taille, est le rhizostome (*Rhizostoma pulmo/octopus*) observée toute l'année avec toutefois un pic en été. Au printemps, il semblerait que les observations de méduses concernaient également des méduses de plus petite taille (20 à 30 cm) pouvant appartenir à l'espèce *Chrysaora hysocella* (méduse striée).

- ✓ Présence toute l'année au sein du périmètre du Parc et de la ZPS.
- ✓ Pic de densité en été, où elles sont plus côtières alors que plus dispersée vers le large les autres saisons notamment en hiver (Figure 46).
- ✓ Peu de variabilité interannuelle de densité et pic de densité en été.



Figures 46 . Densités obtenues par analyses CDS sur la zone d'étude (gauche) et cartes (droite) des taux de rencontre des méduses au cours des campagnes SPEE 2019 et 2020.



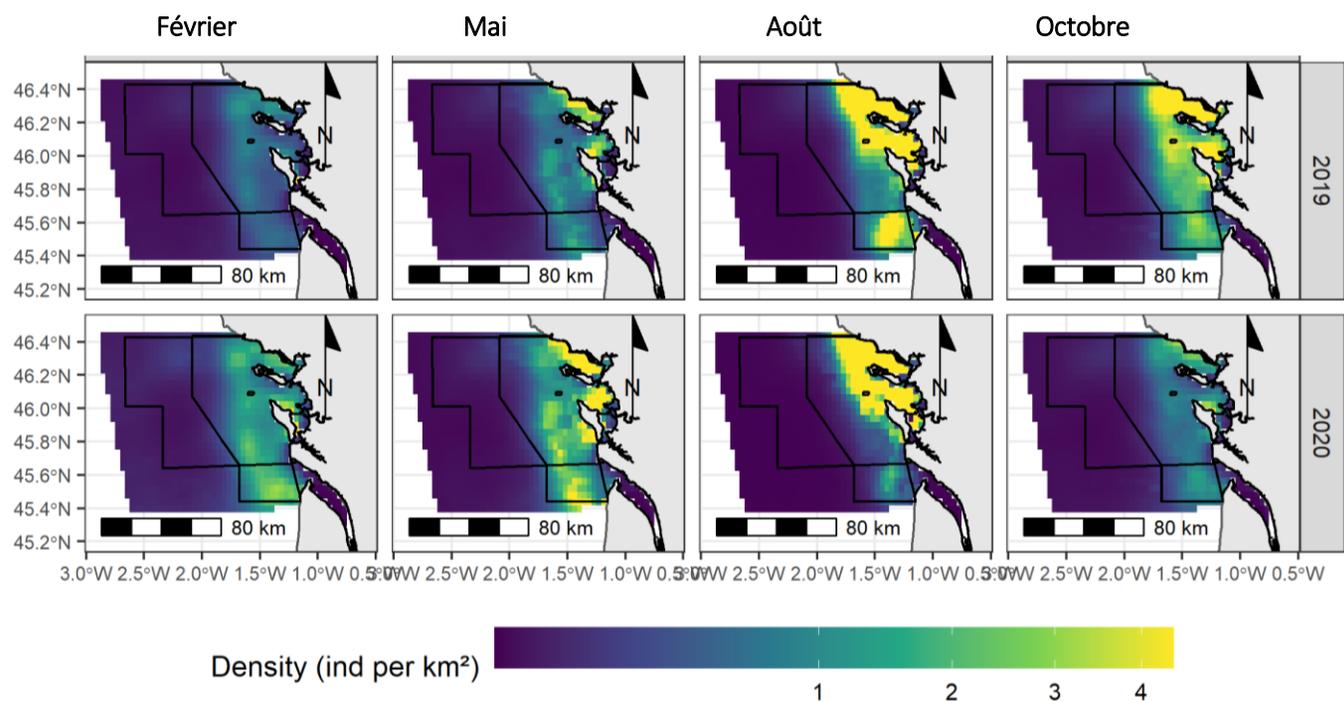
### Sélection du DSM

	loaic	weight	CHL_clim	CHL_4w	SST_clim	SST_4w	SLA_month	EKE_month	depth	distCoast	Slope	distCanyon
1	4260.5	0.28	x		x		x					
2	4267.5	0.43	x			x		x				
3	4268.4	0.03	x		x							
4	4268.9	0.00	x		x			x				
5	4273.6	0.26	x				x			x		

Le meilleur modèle inclut trois covariables : la climatologie de concentration de chlorophylle a, la climatologie de température de surface de l'eau et l'anomalie de hauteur d'eau. La climatologie de concentration de chlorophylle a est systématiquement incluse dans les cinq meilleurs modèles retenus, et la climatologie de température de surface de l'eau est incluse dans trois modèles sur les cinq.

Les densités de méduses sont les plus fortes en été, près des côtes et notamment autour de l'île de Ré (Figure 47). Une forte densité est également prédite en été 2019 à l'embouchure de la Gironde. Les densités diminuent dans les zones océaniques et en hiver.

Figure 47. Prédictions de la densité de méduses lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 8.



## Les indices d'activités humaines

Au cours des survols sont également relevés les macro déchets flottants et les bouées matérialisant les engins de pêche passifs (filets, palangres, casiers) dans une bande de 200 m ainsi que les navires (de pêche et de plaisance essentiellement) dans une bande de 500 m (Tableau 5, Figures 48 à 50). Les déchets de pêche sont discernés, il s'agit le plus souvent de fragments de bout ou de filet flottants à la surface (déchets emmêlant). Les déchets sont également parfois classés en déchets plastiques (pouvant être aussi d'origine de la pêche, comme les bacs de criée, mais non emmêlant) ou en déchets en bois (palette par exemple). Ne sont relevés que les déchets dont la taille (environ 30 cm) et la forme permettent de reconnaître un déchet à 180 m d'altitude. De nombreux objets non identifiés de petite taille et de couleur blanche ne sont pas relevés car il est impossible d'identifier la nature (confusion os de seiche ou fragment de polystyrène par exemple).

Tableau 5. Observations de déchets, de bouées de pêche et de bateaux relevées au cours des campagnes SPEE – 2019 et 2020

	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
<b>Session</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>8</b>
Déchets	550 (684)	562 (811)	562 (640)	608 (742)	424 (523)	375 (424)	350 (423)	277 (317)
Déchets de pêche	31 (31)	16 (16)	13 (13)	2 (2)	11 (12)	16 (16)	13 (13)	12 (12)
Bouée de pêche	66 (77)	60 (65)	85 (100)	75 (92)	128 (161)	115 (143)	56 (69)	60 (73)
Bateau de pêche	27 (29)	20 (20)	28 (29)	24 (24)	30 (31)	33 (34)	19 (19)	20 (20)
Bateau conchylicole	9 (17)	1 (1)	7 (10)	3 (3)	14 (21)	7 (9)	3 (3)	2 (2)
Bateau de commerce	2 (2)	4 (4)	2 (2)	2 (2)	7 (7)	1 (1)	2 (2)	3 (3)
Bateau de plaisance	8 (8)	12 (13)	119 (154)	67 (78)	185 (252)	201 (279)	33 (37)	15 (16)
Bateau autre	1 (1)		2 (2)		1 (1)		1 (1)	2 (2)
<b>Total</b>	694 (849)	675 (930)	818 (950)	781 (943)	800 (1008)	748 (906)	477 (567)	391 (445)

L'activité de pêche peut être évaluée ici d'une part par la présence des navires dans la zone, et d'autre part par la présence de bouées en surface signalant un engin de pêche dormant. Le nombre de déchets de pêches flottant peut également être utilisé.

Les bateaux de pêche sont parfois classés (arts dormants ou trainant), mais les navires observés font souvent route et ne sont pas systématiquement en pêche. Cette information est relevée uniquement lorsque le comportement du navire est évident.

L'activité de plaisance peut être également évaluée par les observations de navires de plaisance classées en différentes catégories : voile, moteur, etc...

## Bouées de pêches

- ✓ Présence toute l'année au sein du périmètre du Parc principalement (Figures 48).
- ✓ Distribution spatiale saisonnière, plus côtière au printemps et en été, notamment à l'intérieur de pertuis et plus au large des îles en hiver et à l'automne.
- ✓ Pic de densité en été, les bouées observées peuvent ici en partie correspondre aussi à des engins de pêche récréative.

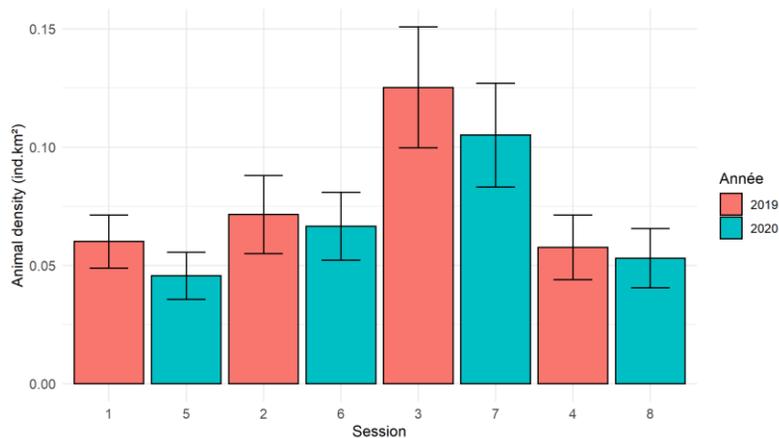
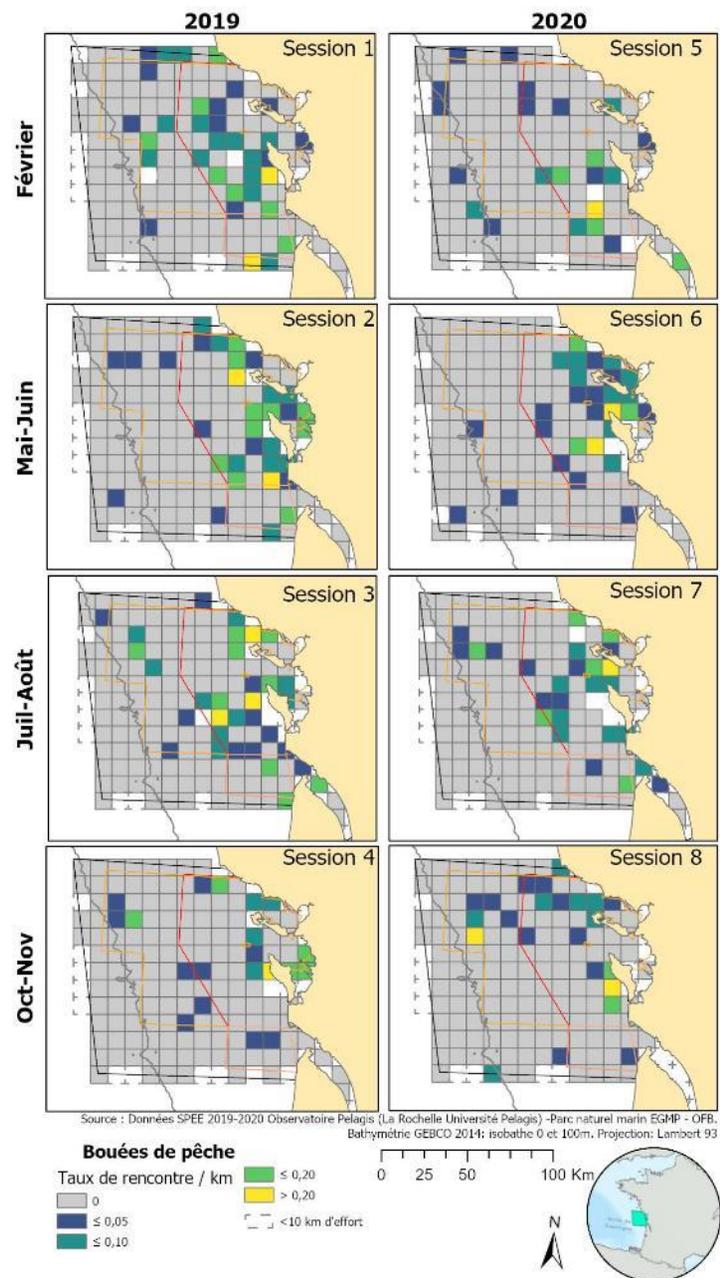
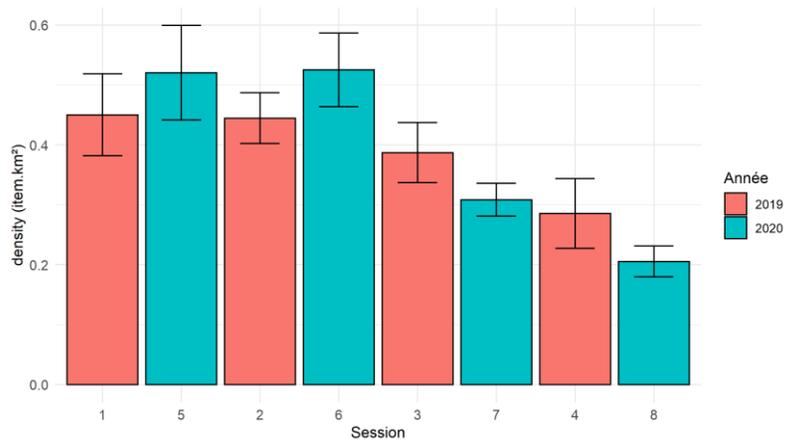


Figure 48. Densités obtenues par analyses CDS pour les bouées de pêche sur la zone d'étude (gauche) et cartes des taux de rencontre observées au cours des campagnes SPEE 2019 et 2020.

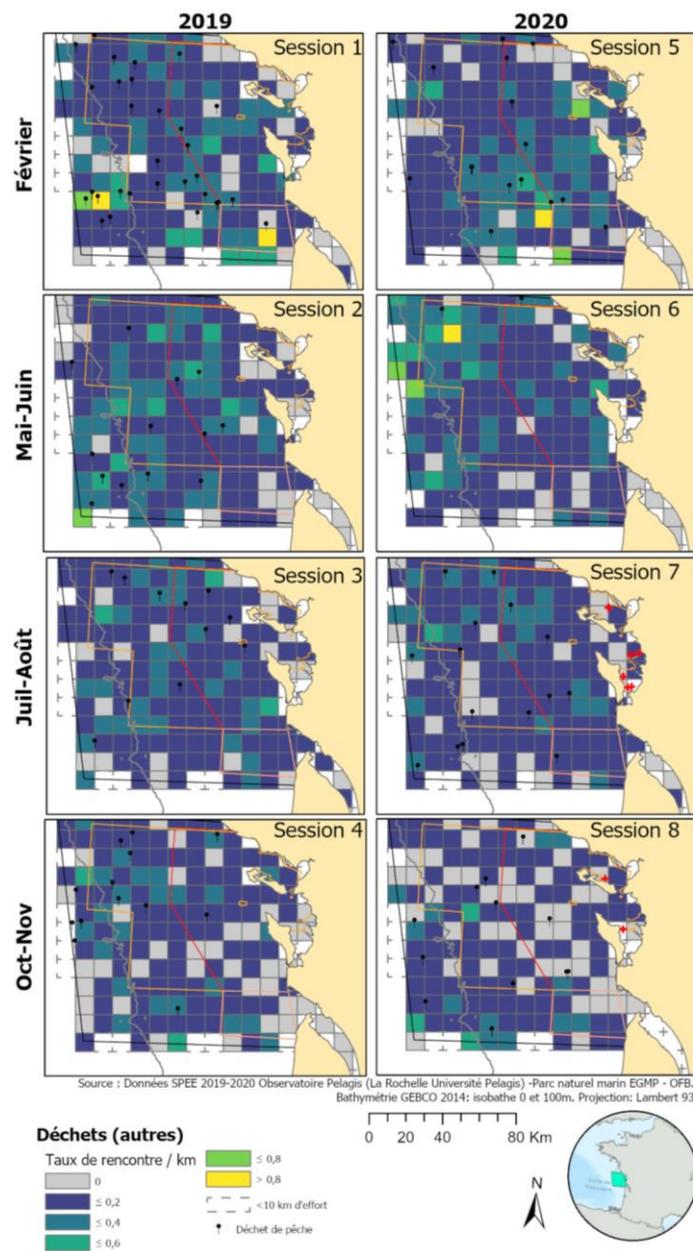


## Déchets (autres que déchets de pêche)

- ✓ Présence constante toute l'année sur toute la zone d'étude.
- ✓ Distribution spatiale révélant une présence plus marquée vers le large qu'à la côte (Figure 49).
- ✓ Peu de variabilité inter annuelle et des densités légèrement plus faibles en été et à l'automne.



Figures 49. Densités obtenues par analyses CDS pour les déchets sur la zone d'étude (gauche) et cartes des taux de rencontre des déchets (autres que déchets de pêche) et des déchets de pêche observés au cours des campagnes SPEE 2019 et 2020.

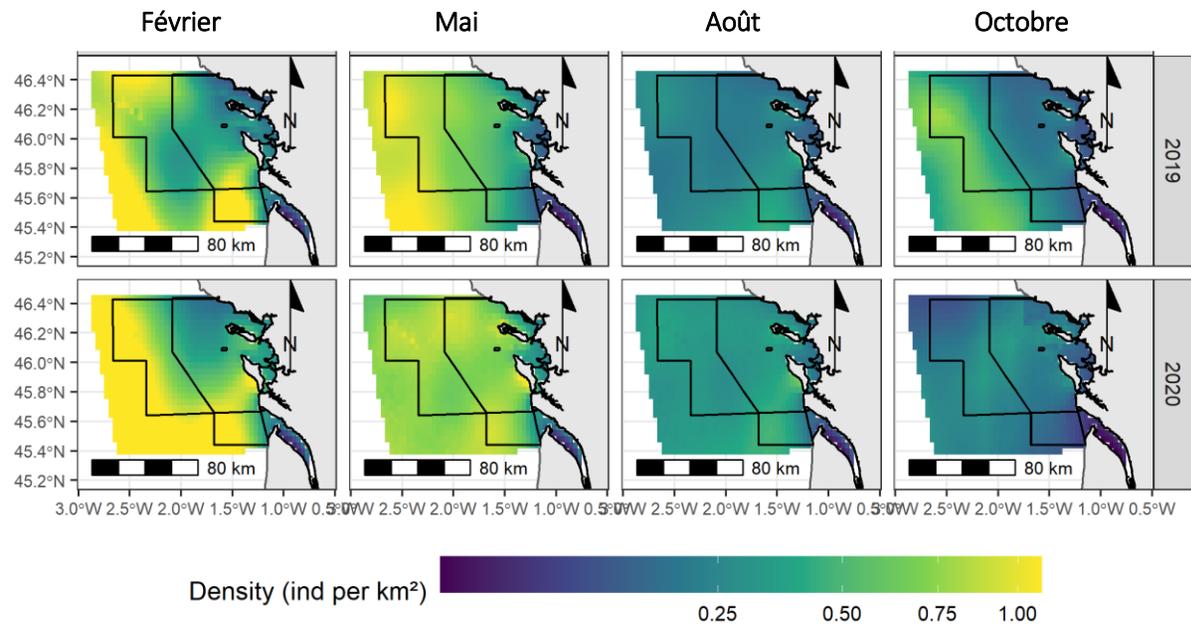


**L'ensemble des déchets** (de tout type : bois, métal, déchets de pêches, macro-déchets flottants)

Des modèles type DSM ont été ajusté pour prédire la densité de déchets dans la zone d'étude. Toutefois, ces modèles ne sont pas nécessairement interprétables et seule la carte des densités et le tableau des abondances relatives prédites sont présentés.

Les densités les plus fortes sont observées en hiver et au printemps, et les plus faibles en été 2019 et à l'automne 2020. Les cartes et abondances présentées concernent les déchets en surface et détectable à l'œil nu depuis un avion. En cela, les chiffres présentés sont certainement des sous-estimations du vrai nombre de déchets.

Figure 50. Prédiction de la densité de déchets (toutes catégories confondues) lors des 8 sessions de survol (échelle racine carrée pour mieux visualiser les faibles densités). Coefficient de variation en annexe 8.



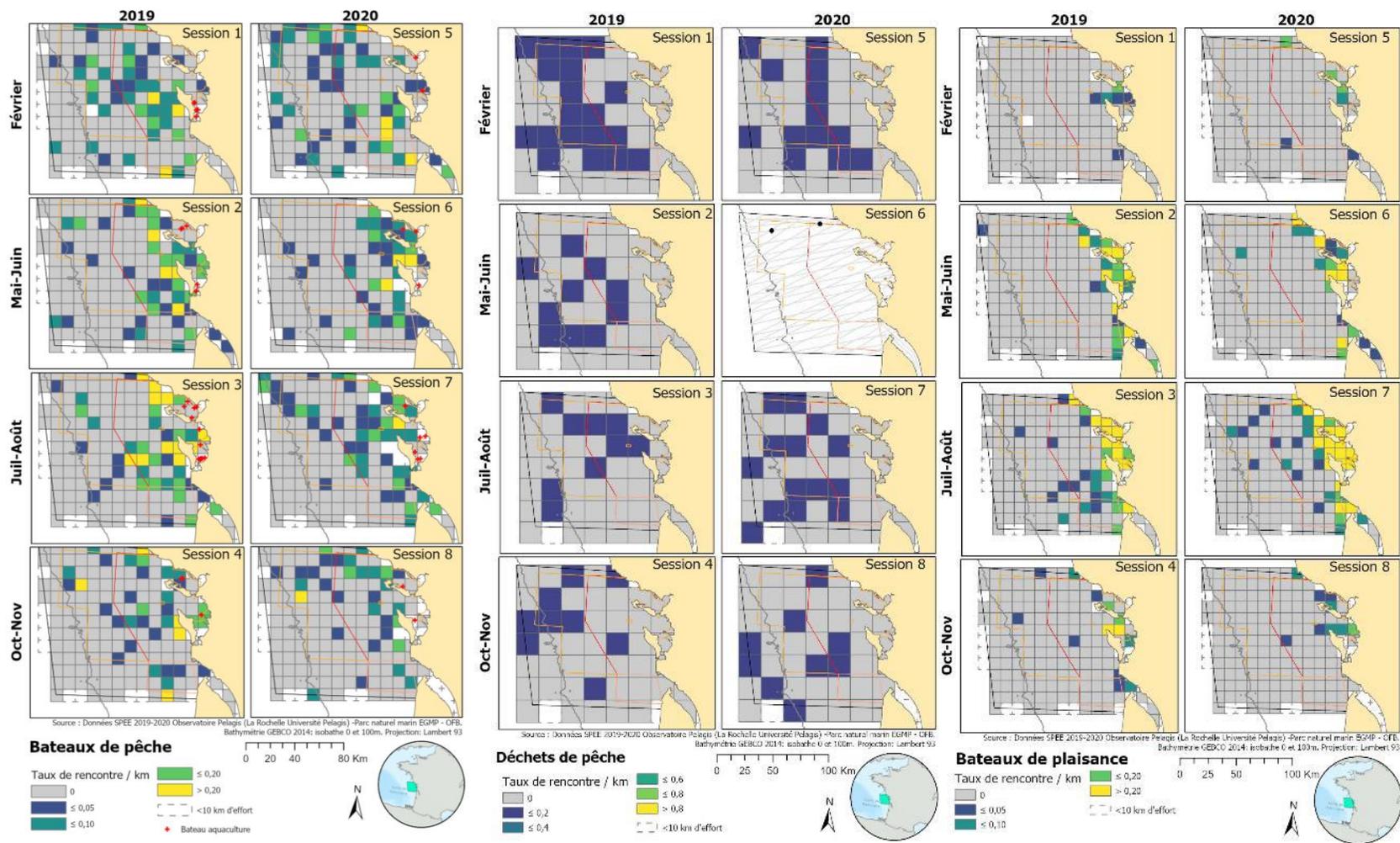


Figure 51. Cartes des taux de rencontre des bateaux de pêche (grille 10x10km et des observations de bateau d'aquaculture), des déchets de pêche (grille 20x20km) et bateaux de plaisance observés (grille 10x10km) au cours des campagnes SPEE 2019 et 2020

Les bateaux de pêche sont présents toute l'année, ils semblent à la côte au printemps et plus au large en hiver et à l'automne. Le nombre d'observation est relativement stable d'une saison à l'autre et d'une année à l'autre. Sans surprise les navires de plaisance sont plus nombreux au printemps et en été, l'activité se concentre principalement dans le périmètre du Parc.

## C. ANALYSE DE SENSIBILITÉ

Afin d'organiser une troisième session de survol en 2021, une analyse de sensibilité des résultats obtenus a été réalisée sur deux taxa abondants : les petits delphininés et les fous de Bassan. Puis, pour comparaison sur deux espèces moins abondantes : les grands dauphins et les océanites. Cette analyse a pour but de déterminer si une réduction de l'effort déployé en 2019 et en 2020 serait acceptable pour 2021.

La méthodologie a consisté à retirer un, deux ou trois des plans de survols (réalisés au cours de chaque session), puis d'estimer la densité par la méthode CDS et de comparer celle-ci à la densité estimée avec l'ensemble des 4 plans de survols pour chacune des 8 sessions réalisées entre 2019 et 2020.

Cette analyse de sensibilité permet de déterminer si une réduction de l'effort (permettant une réduction du coût du projet) ne compromettrait pas trop la qualité des résultats. Les résultats pour des espèces les plus abondantes comme le fou de Bassan et les petits delphininés sont représentés sur les figures 52 et 53 respectivement.

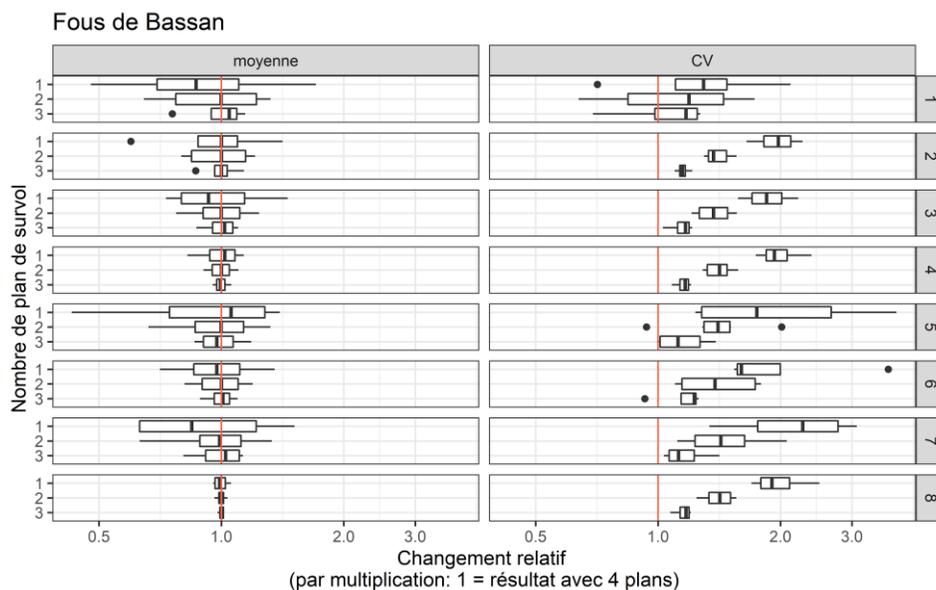


Figure 52. Analyse de sensibilité sur les estimations par CDS de la densité de fous de Bassan. La valeur de référence est 1 est correspond au résultat obtenu avec l'ensemble des 4 plans de survol réalisés. Les boîtes à moustaches représentent l'ensemble des estimations obtenues avec 1 ( $n = 4$ ), 2 ( $n = 6$ ) ou 3 ( $n = 4$ ) plans.

Pour les fous de Bassan, la densité reste bien estimée avec 2 ou 3 plans de survol par session au lieu des 4 (Figure 52). Toutefois, avec seulement deux plans, l'incertitude augmente grandement. Les résultats obtenus avec un seul plan sont très variables et peu précis : les boîtes à moustaches sont étalées.

Pour les petits delphininés, la densité reste bien estimée avec 2 ou 3 plans de survol par session au lieu des 4 (Figure 53). Toutefois, avec seulement deux plans, certaines estimations peuvent être deux fois plus petites que la référence (sessions 2, 4, 6 et 8). L'incertitude augmente grandement avec seulement deux plans. Les résultats obtenus avec un seul plan sont trop variables : la densité estimée peut être dix fois plus basse que la référence. De plus, comme pour les fous, ces estimations sont moins précises (coefficients de variation plus élevés).

### Petits Delphininés

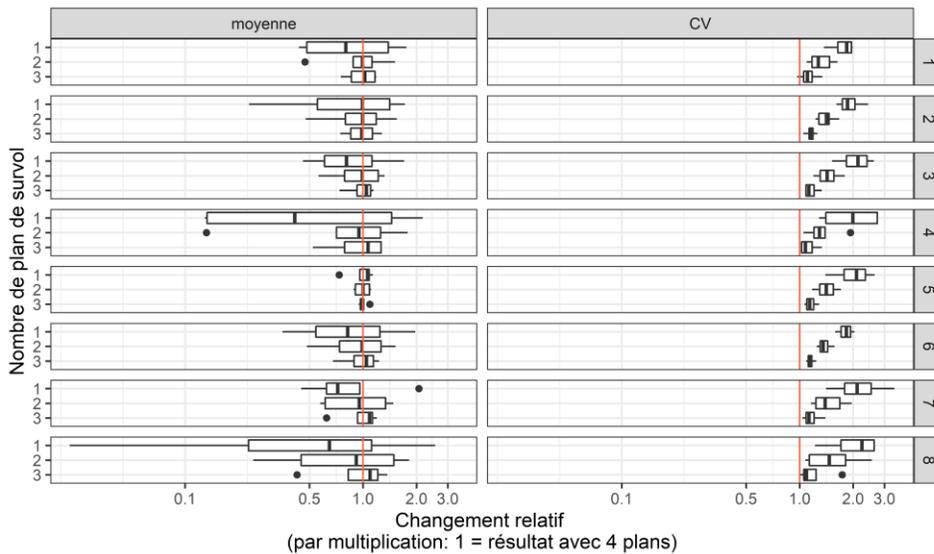


Figure 53. Analyse de sensibilité sur les estimations par CDS de la densité de petits delphininés. La valeur de référence est 1 est correspond au résultat obtenu avec l'ensemble des 4 plans de survol réalisés. Les boîtes à moustaches représentent l'ensemble des estimations obtenues avec 1 ( $n = 4$ ), 2 ( $n = 6$ ) ou 3 ( $n = 4$ ) plans.

Les résultats pour des espèces moins abondantes comme les océanites et les grands dauphins sont représentés sur les figures 54 et 55 respectivement.

Pour les océanites, la densité reste bien estimée avec 2 ou 3 plans de survol par session au lieu des 4 (Figure 54). Toutefois, l'incertitude augmente grandement avec seulement deux plans. Les résultats obtenus avec un seul plan sont trop variables : la densité estimée peut être deux fois plus haute ou plus basse que la référence (par exemple session 5). De plus, ces estimations sont moins précises (coefficients de variation plus élevés).

### Océanites

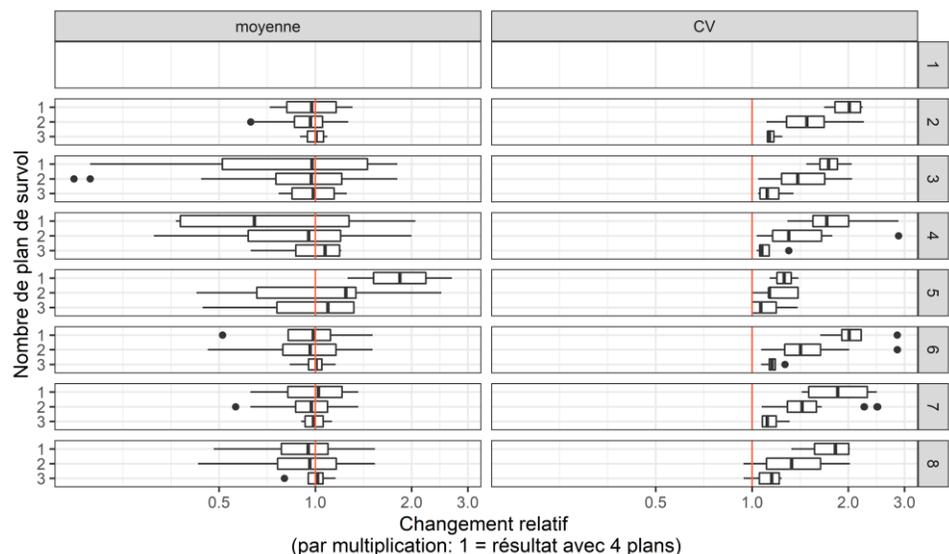


Figure 54. Analyse de sensibilité sur les estimations par CDS de la densité d'océanites. La valeur de référence est 1 est correspond au résultat obtenu avec l'ensemble des 4 plans de survol réalisés. Les boîtes à moustaches représentent l'ensemble des estimations obtenues avec 1 ( $n = 4$ ), 2 ( $n = 6$ ) ou 3 ( $n = 4$ ) plans.

Pour les grands dauphins, la densité reste globalement bien estimée avec 3 plans de survol par session au lieu des 4 (Figure 55). Toutefois, certaines différences sont notables pour les sessions 4 et 5 où la densité estimée est plus élevée de 50% que la référence (session 5). Ces différences sont encore plus prononcées avec seulement deux plans retenus.

En conclusion, diminuer l'effort de prospection sur la campagne SPEE en passant de 4 plans à 3 plans est acceptable et permet d'obtenir des résultats qui restent à la fois précis et fiables. C'est l'option qui a été retenue pour la campagne SPEE 2021-2022.

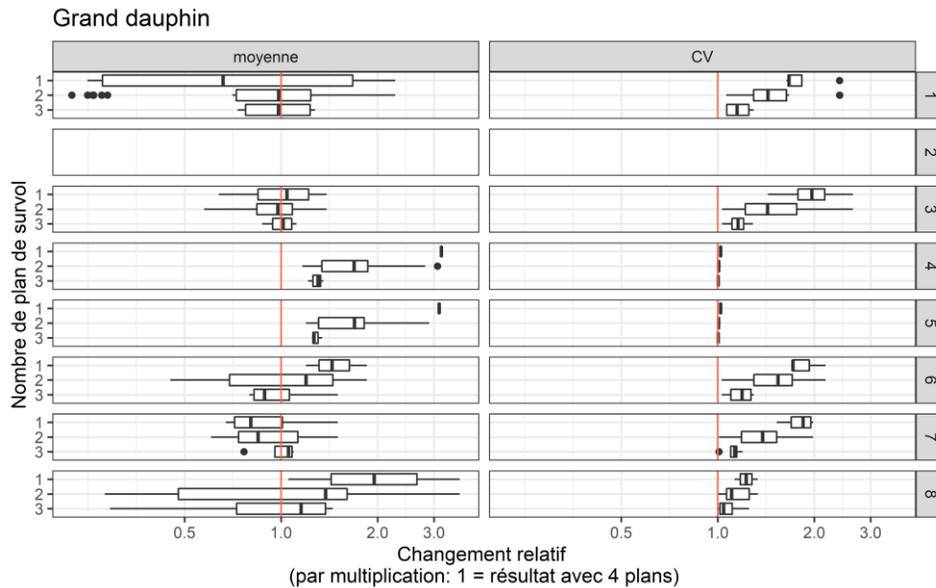


Figure 55: Analyse de sensibilité sur les estimations par CDS de la densité de grands dauphins. La valeur de référence est 1 est correspond au résultat obtenu avec l'ensemble des 4 plans de survol réalisés. Les boîtes à moustaches représentent l'ensemble des estimations obtenues avec 1 ( $n = 4$ ), 2 ( $n = 6$ ) ou 3 ( $n = 4$ ) plans.

## D. RESULTATS PRELIMINAIRES DE L'ACQUISITION DIGITALE (STORMM) AU COURS DE 3 SESSIONS DE SPEE

- Paragraphe rédigé avec l'appui technique de Marc Lennon et Nicolas Thomas (Hytech-imaging)
- Analyse des photos réalisées avec la contribution de Thomas Barreau, Vincent Bretille, Marc Duvilla, Simon Ernst, Morgane Perri, Hélène Quevieux, Vincent Quiquempois (observateurs).

### Contexte

L'Observatoire Pelagis et la société Hytech-imaging ont mis en commun leurs compétences pour le développement d'un Système de Télédétection Optique aéroporté pour l'aide au Recensement de la Mégafaune Marine : STORMM.

STORMM est un outil numérique d'appui à l'observation visuelle. Il n'oppose pas les deux méthodes (visuelle/digitale) mais utilise leur complémentarité pour optimiser la qualité des données collectées sur la biodiversité marine (Figure 51). L'application initiale de ce système permet la synchronisation de prises de vues avec les observations visuelles pour optimiser la qualité des observations en corrigeant les biais liés à l'identification de certaines espèces, mais également ceux liés à l'estimation de la taille des groupes ou à la distinction de différentes espèces au sein des groupes multi spécifiques. L'outil STORMM permet aussi de fournir une sauvegarde visuelle des observations, et de constituer un stock d'images pour le développement d'algorithmes de détection automatisées.

Le développement de cet outil a bénéficié de plusieurs campagnes d'acquisition pilotées par Pelagis permettant la réalisation de tests (dont la campagne SPEE), et de l'expérience des observateurs pour aider à lever un certain nombre de freins techniques. STORMM a été déployé sur trois sessions de la campagne SPEE et sur fonds propres (Pelagis/Hytech) dans la phase finale de développement du segment air (acquisition en vol). L'objectif était de tester et éprouver le segment air afin de le rendre opérationnel pour les prochaines campagnes d'observation (SAMM notamment). Le développement du segment sol a débuté en 2020, il vise à créer des outils d'aide à l'analyse des images.

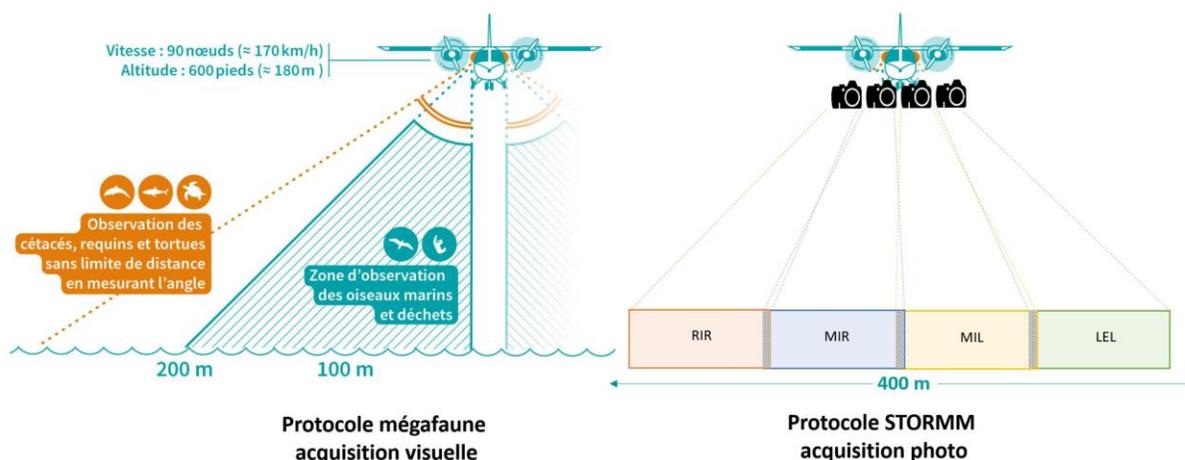


Figure 56 : couplage du protocole d'acquisition visuelle avec l'acquisition digitale au cours d'un même vol.

## 1. Description de l'outil STORMM

STORMM peut être embarqué seul ou simultanément avec les observateurs. Il fonctionne de manière autonome, sans opérateur. 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 400 m à une altitude de 600 pieds. L'outil 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. Les paramètres d'acquisition sont donnés dans le tableau 6.

Au sol, la sélection des prises de vue est synchronisée avec les observations visuelles saisies en vol à l'aide du logiciel d'acquisition des données SAMMOA 1.1.2. Cette synchronisation réduit considérablement le temps de prétraitement des images. La plage temporelle de synchronisation n'est pas symétrique, elle est de 9 secondes avant et 3 secondes après le temps relevé par l'observation visuelle, soit environ 13 photos par capteur retenues autour d'une observation. A bord, les observateurs peuvent également déclencher le mode rafale à l'aide de boutons poussoirs. Chaque observateur dispose d'un bouton poussoir qui déclenche les 4 capteurs. Le mode rafale augmente les chances d'obtenir des critères d'identification visibles sur les photos mais augmente aussi leur nombre, et donc le temps de traitement (environ 20 photos par capteurs).

Tableau 6 : paramètres d'acquisition (en vol avec observateurs) et spécificités physiques de STORMM

Paramètres d'acquisition	
Altitude d'acquisition (basse altitude)	600 pieds / 182 m
Vitesse d'acquisition	90 nds
Fauchée transversale (basse altitude)	400 m
Fauchée longitudinale	50 m
Résolution au nadir	1.0 cm
Résolution minimale en bordure de fauchée	2.0 cm
Amplitude longitudinale du système d'inclinaison	+/- 25°
Fréquence d'acquisition en mode continu	1 à 1,25 Hz
Fréquence d'acquisition en mode rafale	3 Hz
Capacité de stockage	8 h
Format image	jpeg
Spécificités physiques	
Poids du dispositif	40 kg
Dimensions du dispositif	53cm x 55cm x 37cm
Alimentation	220 V
Consommation électrique	< 250 W

## 2. Déploiement de STORMM sur les campagnes SPEE

STORMM a été déployé au cours de 3 sessions : printemps 2019 (S2), été 2020 (S7) et automne 2020 (S8). La première session a été couverte avec 2 capteurs sur 4 (fauchée de 200 m côté droit uniquement) et un opérateur à bord. Pour les deux autres sessions, le dispositif était complété de deux autres capteurs permettant de couvrir une fauchée de 400m et les deux côtés. La dernière session s’est déroulée avec le système fonctionnant de manière autonome, c’est à dire sans opérateur et commandé depuis le PC du navigateur. L’acquisition a été réalisée au cours de 14 vols et totalise environ 41 heures de déclenchement des capteurs (Tableau 7). Le nombre brut de photos est de plus de 450 000, et le nombre de photos sélectionnées après synchronisation avec la base « observations visuelles » est de 157 150 (soit 34 %). Afin de limiter le volume de données à traiter, les observations visuelles retenues pour le traitement sont celles de cétacés, d’oiseaux, de requins, de grands poissons pélagiques (thons, poissons lune, etc.), de bouées et de bateaux. N’ont pas été retenues dans la sélection les observations de déchets et de méduses, ainsi que les observations hors bande des 200 m, donc hors de fauchée. Le nombre total d’observations sélectionnées est de 3 082 dont 2 937 (95 %) ont fait l’objet d’une synchronisation avec l’acquisition digitale (Tableau 7). Ce qui ne veut pas forcément dire que l’observation a bien été « recapturée » par la photo, seule la phase d’analyse des photos permet de le déterminer.

Tableau 7. bilan de l’acquisition STORMM au cours de la campagne SPEE

Session SPEE	Nombre capteurs	Nombre vols	HDV acquisition (hh:mm)	Observations visuelles	Observations avec photos	Nombre brut photos	Volume brut photos (Go)	Nombre photos select	Volume photos select (Go)
2 - Printemps 2019	2	6	17:03	840	726 (86 %)	110 905	1 609	18 568	248
7 - Eté 2020	4	4	10:28	1 153	1 122 (97%)	172 082	1 812	59 704	594
8 - Automne 2020	4	4	13:28	1 089	1 089 (100 %)	184 162	2 287	78 878	967
<b>Total acquisition SPEE</b>		<b>14</b>	<b>40:59</b>	<b>3 082</b>	<b>2 937 (95 %)</b>	<b>467 149</b>	<b>5 708</b>	<b>157 150</b>	<b>1 809</b>

## 3. Résultats préliminaires de l’analyse des photos STORMM sur la campagne SPEE

L’analyse des photos a été réalisée sur un échantillon de 2 240 observations avec photos sur les 2 937 sélectionnées par la synchronisation des données visuelles/digitales (soit 76 %). Le plus souvent, seules les photos de 2 des 4 capteurs sont traitées pour chaque observation, en fonction du côté où l’observation a été relevée. Cela correspond néanmoins à plus d’une vingtaine de photos par observation à analyser, soit environ 50 000 photos (25 photos en moyenne par observation).

Nous présenterons ici les résultats concernant les cétacés, les oiseaux marins, les grands poissons pélagiques et requins, soit 1 693 observations traitées, parmi lesquelles 1 346 ont bien été « recapturées » par l’acquisition digitale (visibles sur une ou plusieurs photos). Pour l’ensemble de ces observations, le taux de recapture sur photo est de 80 % (Tableau 8). Les observations « non recapturées » sur photos sont pour la plupart des observations probablement localisées en limite de fauchée ou se situant en dehors de la plage de synchronisation (observation annoncée tardivement par exemple).

Le nombre de taxons différents relevés par observations visuelles et concernés par l'analyse des photos est de 33 : 8 pour les cétacés (dont 4 au niveau espèce), 20 pour les oiseaux marins (dont 9 au niveau espèce) et 5 pour les requins et grands poissons pélagiques (dont 2 au niveau espèce).

Tableau 8. Traitement des observations visuelles/digitales : taux de recapture sur photos en fonction des grands groupes taxonomiques.

Grands groupes taxonomiques	Observations avec photos analysées*	Observations recapturées		Observations non recapturées	
		n	%	n	%
Cétacés	88	80	91%	8	9%
Oiseaux marins	1 193	911	76%	282	24%
Grands poissons et requins	412	355	86%	57	14%
<b>Total</b>	<b>1 693</b>	<b>1 346</b>	<b>80%</b>	<b>347</b>	<b>20%</b>

\* observations relevées dans la zone de couverture des capteurs, bande des 200m

L'analyse sur photos dites « exploitables » (97 %), avec critères d'identification visibles, permet de classifier l'observation visuelle initiale, ce que l'on appelle ici le statut de l'identification que l'on attribue après analyse des photos ; 4 statuts sont utilisés (Tableau 9) :

(1) **Identification confirmée** : le taxon est confirmé quel que soit son niveau (groupe, genre, espèce).

(2) **Identification spécifiée** : le niveau taxonomique est précisé au niveau inférieur, le plus souvent à l'espèce.

(3) **Identification corrigée** : le taxon de l'observation initiale est faux et il est corrigé par la photo et attribué à un autre taxon quel que soit le niveau (groupe, genre, espèce).

(4) **Identification dégradée** : le niveau taxonomique passe à un niveau supérieur lorsqu'un critère visible sur la photo permet de contredire formellement l'identification de l'observation visuelle.

Parfois, les photos ne permettent ni de confirmer, ni de corriger, ni de déprécier avec certitude l'observation « visuelle » initiale, soit en raison de la qualité de la photo, soit en l'absence de critère d'identification visible sur la photo. Ces photos sont classées inexploitables et le taxon de l'observation « visuelle » initiale est conservé.

Tableau 9. Traitement des observations visuelles/digitales : statut de l'identification après analyse des photos.

Grands groupes taxonomiques	Observations recapturées analysées	Statut identification après analyse								Inexploitable	
		Confirmée		Spécifiée		Corrigée		Dégradée		nb	%
		nb	%	nb	%	nb	%	nb	%		
Cétacés	80	41	51%	27	34%	5	6%	1	1%	6	8%
Oiseaux marins	911	688	76%	92	10%	103	11%	13	1%	15	2%
Autres mégafaunes	355	323	91%	6	2%	5	1%	0	0%	21	6%
<b>Total</b>	<b>1 346</b>	<b>1 052</b>	<b>78%</b>	<b>125</b>	<b>9%</b>	<b>113</b>	<b>8%</b>	<b>14</b>	<b>1%</b>	<b>34</b>	<b>3%</b>

Il faut principalement retenir que les photos ont confirmé ou précisé le niveau taxonomique pour 87 % des observations, et corrigé le taxon ou dégradé le niveau taxonomique pour moins de 10 % des observations.

### **Analyse des cétacés**

Pour les cétacés, l'analyse de photos a permis de confirmer le taxon dans 51 % des cas, de le préciser au niveau de l'espèce dans 34 % des cas et de le corriger dans 6 % des cas. Le taux de correction est faible, cette correction concerne de rares cas de confusion entre petits cétacés (dauphin/marsouin, n=1) et entre cétacés et thons de grande taille (n=2).

Pour l'ensemble des petits cétacés (dauphins et marsouins), le taux d'identification à l'espèce est passé de 49 % à l'observation visuelle à 86 % après l'analyse des photos (Tableau 10). La précision à l'espèce concerne principalement les observations de petits delphininés. On note que 100 % des observations de petits delphininés dont l'espèce a pu être précisée par les photos sont ici des dauphins communs (Figure 53), aucune observation n'a fait l'objet d'une attribution au dauphin bleu et blanc par exemple.

### **Analyse des oiseaux marins**

Pour les oiseaux marins, l'analyse de photos a permis de confirmer le taxon dans 76 % des cas, de le préciser au niveau de l'espèce dans 10 % des cas et de le corriger dans 11 % des cas. Le taux de correction est faible, les corrections concernent principalement des confusions chez les petites espèces de laridés et les oiseaux posés, et également pour anecdote, quelques confusions entre oiseaux marins terrestres comme petits puffins avec martinets, océanites avec passereaux et un grand labbe avec un hibou des marais.

Pour l'ensemble des oiseaux marins, le taux d'identification à l'espèce est passé de 44 % à l'observation visuelle à 54 % après l'analyse des photos (Tableau 11). La précision à l'espèce concerne principalement les observations de petits et grands laridés (mouettes, sternes et goélands) et les grands puffins (Figure 53). L'identification des petits puffins et des alcidés reste complexe lorsqu'ils sont posés et le taux d'identification est faible.

Le nombre d'espèces est quant à lui passé de 10 à 16 après analyse des photos. On citera par exemple la sterne Caugek, difficile à confirmer par l'observation visuelle, ou le puffin majeur identifié lors de l'analyse de groupes multi-spécifiques. Également, la mouette de Sabine dont la présence avait été très fortement suspectée par les observateurs, a pu être confirmée par les photos à plusieurs reprises.

### **Analyse des autres espèces**

Concernant les autres espèces de la mégafaune marine (requins et grands poisson pélagiques, thon/bonite principalement), la plupart des identifications ont pu être confirmées. Les requins observés en surface sont des requins peau-bleu (Figure 53) sur photos (184 observations analysées) et les grands poissons pélagiques sont pour la plupart des thons, et probablement des thons rouges (96 observations analysées).

Tableau 10. Composition et taux d'identification spécifiques pour les cétacés avant et après analyse des photos.

	Nombre observations échantillonnées		Taux identification spécifique		Observations complémentaires
	Avant analyse	Après analyse	Avant analyse	Après analyse	
Petit cétacé ind.	1	2			-
Delphinidé ind.	6	4			-
Petit delphininé ind.	33	5	48%	85%	1
<b>Dauphin commun</b>	<b>20</b>	<b>48</b>			<b>2</b>
<b>Grand dauphin</b>	<b>10</b>	<b>9</b>			-
<b>Marsouin commun</b>	<b>8</b>	<b>9</b>			-
Moyen cétacé ind.	1	0	NA	NA	-
<b>Rorqual commun</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			-
<b>Total obs</b>	<b>80</b>	<b>78</b>	<b>49%</b>	<b>86%</b>	<b>3</b>
Total obs spécifiées	39	67			

Tableau 11. Composition et taux d'identification spécifiques pour les oiseaux marins avant et après analyse des photos.

	Nombre observations échantillonnées		Taux identification spécifique		Observations complémentaires
	Avant analyse	Après analyse	Avant analyse	Après analyse	
<i>Alcidé ind.</i>	0	0			3
<i>Pingouin ou Guillemot</i>	22	21	-	5%	12
<b>Guillemot</b>	<b>0</b>	<b>1</b>			<b>17</b>
<i>Océanite ind.</i>	85	84	NA	NA	4
<i>Puffin ind.</i>	0	1			-
<i>Grand puffin ind.</i>	0	1			3
<b>Puffin cendré</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	59%	69%	<b>1</b>
<b>Puffin majeur</b>	<b>0</b>	<b>11</b>			<b>3</b>
<i>Petit Puffin ind.</i>	12	9			5
<b>Puffin des Baléares</b>	<b>0</b>	<b>0</b>			<b>1</b>
<b>Fou de bassan</b>	<b>315</b>	<b>312</b>	NA	NA	<b>24</b>
<i>Labbe ind.</i>	7	3			2
<b>Grand labbe</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	NA	NA	<b>8</b>
<i>Laride ind.</i>	15	6	NA	NA	2
<i>Grand Goéland ind.</i>	104	101			24
<i>Goéland noir ind.</i>	10	17			8
<b>Goéland marin</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	4%	18%	<b>7</b>
<b>Goéland brun</b>	<b>8</b>	<b>26</b>			<b>3</b>
<i>Goéland gris ind.</i>	94	64			8
<b>Goéland argenté</b>	<b>0</b>	<b>13</b>			<b>1</b>
<i>Mouette ind.</i>	103	42			3
<b>Mouette tridactyle</b>	<b>4</b>	<b>1</b>			-
<b>Mouette de Sabine</b>	<b>3</b>	<b>7</b>			<b>2</b>
<b>Mouette mélanocéphale</b>	<b>9</b>	<b>22</b>	25%	59%	<b>9</b>
<b>Mouette rieuse</b>	<b>3</b>	<b>4</b>			<b>2</b>
<b>Mouette pygmée</b>	<b>15</b>	<b>26</b>			<b>2</b>
<i>Sterne ind.</i>	58	54			9
<i>Moyenne sterne ind.</i>	0	11	0%	22%	2
<b>Sterne Caugek</b>	<b>0</b>	<b>18</b>			<b>1</b>
<i>Cormoran ind.</i>	4	3			-
<b>Grand cormoran</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	NA	NA	<b>1</b>
<b>Total obs</b>	<b>911</b>	<b>899</b>	<b>44%</b>	<b>54%</b>	<b>167</b>
Total obs spécifiées	397	482			

## Les observations complémentaires

L'analyse des photos a également permis de révéler des observations non détectées à l'œil, des observations dites « complémentaires ». Néanmoins, ce taux d'observations complémentaires n'est estimé qu'à partir des photos sélectionnées qui représentent moins de 10 % des photos prises (40 000 sur 450 000). Pour les cétacés, 3 observations ont été à priori manquées pour 80 observations détectées (4%). Elles sont un peu plus fréquentes pour les oiseaux marins avec 167 observations complémentaires pour 911 détectées (18%). Elles concernent aussi bien des espèces de petite ou grande taille, sombres ou claires, en vol ou posées. Parmi les autres espèces les plus souvent détectées sur photo et non à l'œil on trouve le requin peau-bleu avec 69 nouvelles observations, suivi des thons avec 32 observations complémentaires. Les conditions d'observation, et notamment l'éblouissement, sembleraient ici affecter le plus la détection.

Ces taux d'observations manquées, donnés à titre informatif, ne peuvent être néanmoins utilisés pour corriger la part de détection manquée au cours d'une session complète (biais observateur). En effet, dans le cas présent, l'analyse ne concerne que les photos prises au cours, ou à proximité, d'observations visuelles relevées par les observateurs. Ils ont donc pu les manquer alors même qu'ils étaient déjà concentrés sur d'autres détections. Seule une analyse complète de photos prises lors des sessions pourrait apporter cette information.

## Correction de la taille des groupes

Enfin, l'analyse des photos permet également de vérifier les tailles de groupe. Nous avons fait l'exercice de comparaison ici pour les petits cétacés (dauphins et marsouins) dont la taille des groupes varie de 1 à 30 individus à l'observation visuelle (Figure 57). Cet exercice préliminaire de comparaison a été réalisé sur un échantillon de 64 observations dont 55 concernent des groupes de taille inférieure à 10 individus.

Le résultat révèle que la taille des groupes est relativement bien estimée pour des groupes de taille inférieure à 10 individus. Pour les groupes estimés à 15 individus et plus, la taille de groupe est généralement sous-estimée par l'observation visuelle. Cette différence repose probablement sur la fenêtre temporelle d'observation très courte pour compter les individus, notamment ceux présents sous la surface.

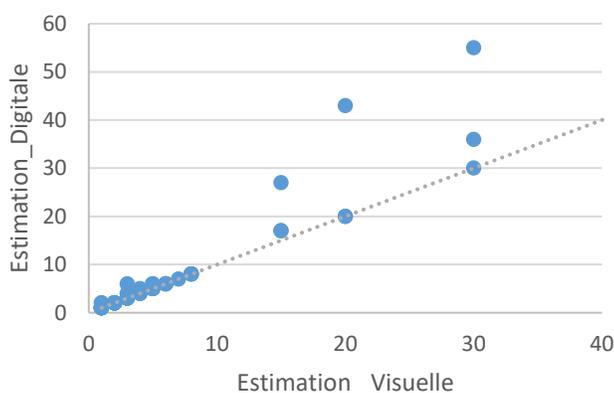


Figure 57. Comparaison des tailles de groupes de petits delphininés estimées par l'observation visuelle pendant l'observation (x) et par analyse des photos (y).

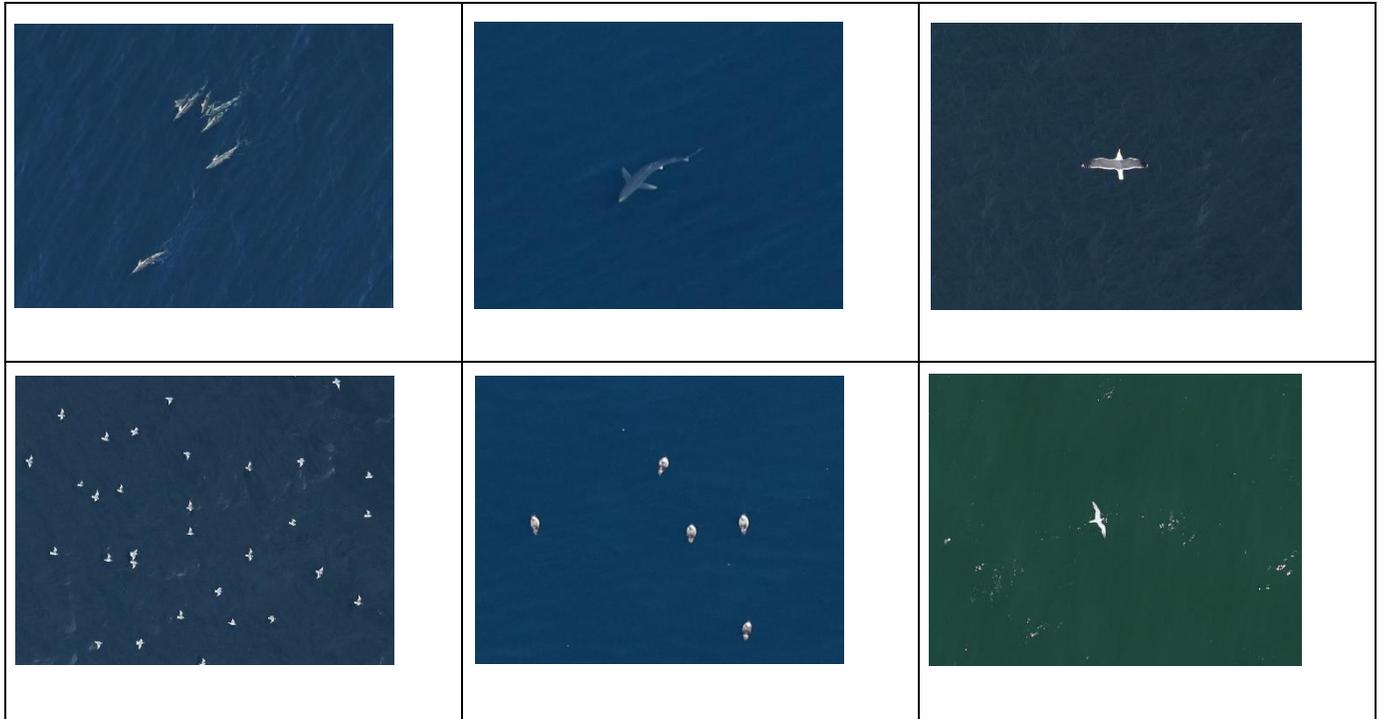


Figure 58: exemple de photos (zoom 100%), dans le sens horaire : dauphins communs, requin peau-bleue, goéland brun, mouettes de Sabine, puffins majeurs, sterne Caugek.

### Bilan critique

L'utilisation du Système de Télédétection Optique aéroporté pour l'aide au Recensement de la Méga-faune Marine (STORMM) a montré son intérêt dans l'appui à l'observation visuelle. Il permet la plupart du temps de confirmer les observations relevées par les observateurs (78%), mais aussi d'augmenter la précision de l'identification (notamment pour les petits delphinidés ou les laridés) et même parfois corriger les observations.

Pour les cétacés, l'apport de STORMM représenterait un réel bénéfice. Pour les oiseaux, à ce stade, on estime que l'apport de STORMM représente également un bénéfice pour les grands puffins et les laridés (goélands, mouettes et sternes). Toutefois, pour d'autres taxons comme les alcidés par exemple, il faudrait analyser un plus grand nombre de photos pour évaluer le bénéfice, car l'identification de ces espèces sur photo reste un challenge. En effet, dans de nombreux cas, la résolution n'est pas encore suffisante pour discriminer les espèces et parfois même le doute s'est installé entre alcidés et petits puffins lorsqu'ils sont posés.

Sur un plan quantitatif, l'analyse des photos permettrait également de corriger certains biais, notamment celui lié à l'estimation de la taille des grands groupes. Enfin, seule l'analyse d'un jeu complet de photos prises au cours d'une session permettrait d'évaluer le taux de détections manquées. Cependant, cela représente un temps d'analyse visuelle considérable en attendant le développement d'outils automatiques performants pour l'aide à la détection.

Le système a été ici déployé au cours de sa phase de développement de manière opportuniste sur 3 campagnes SPEE en 2019 et 2020. Maintenant opérationnel, il est prévu de le déployer de manière systématique sur les 4 nouvelles campagnes à venir 2021-22.

### III. CONCLUSION

Les campagnes SPEE ont considérablement enrichies les connaissances sur la mégafaune marine fréquentant la partie centrale et intérieure du plateau du golfe de Gascogne. En France, il y a peu d'antécédent concernant des suivis de la mégafaune marine par observation aérienne de ce type, c'est à dire à ces échelles temporelle et spatiale, en dehors des suivis réalisés dans le cadre de levées de risques pour les projets de parc éolien, exemple LEDKOA dans le sud de la Mer du Nord (Virgili et al. 2020). Les grandes campagnes, de type SAMM ou SCANS, ont lieu tous les 6 à 10 ans et ne couvrent au mieux que deux saisons. Evidemment, la mise en œuvre de ces campagnes serait bien trop complexe, et coûteuse, si on voulait augmenter leur périodicité. Pourtant la compréhension des variations et des tendances chez ces espèces dépend essentiellement de la répétition de l'échantillonnage à fine résolution temporelle et à échelle spatiale cohérente avec leur mobilité. La combinaison des grandes campagnes à pas de temps de plusieurs années avec des suivis saisonniers et annuels à des échelles spatiales plus réduites est sans doute le meilleur compromis pour suivre les tendances à long terme tout en intégrant la variabilité observée à une résolution temporelle plus fine.

Le principal atout de ces deux années de campagnes SPEE réside donc dans les répétitions intra et inter annuelles d'un plan d'échantillonnage standardisé. L'étendue spatiale de la zone d'étude offre en effet un bon compromis en termes de mise en œuvre des survols et de coûts associés. Même si elle n'offre qu'une vue partielle sur le plateau du golfe de Gascogne, cette zone semble être particulièrement utilisée par de nombreuses espèces d'oiseaux marins, de cétacés, mais également de requins et d'autres espèces de la mégafaune marine pélagique.

La bande côtière de la zone d'étude est déjà connue pour héberger une avifaune diversifiée, particulièrement en période hivernale, avec de nombreuses espèces patrimoniales présentant des enjeux importants de conservation à l'échelle de la façade Atlantique. La zone au large est beaucoup moins connue, et ce malgré la présence d'activités humaines plus ou moins intenses en fonction des saisons (professionnelles ou récréatives).

Les campagnes SPEE tendent d'apporter des réponses aux lacunes concernant la mégafaune marine présente au large. Les résultats montrent que la zone est dotée d'une grande diversité et de densités élevées pour certaines espèces, notamment en hiver. La composition de ces espèces, leur densité et leur distribution subit de profondes variations saisonnières, avec une récurrence d'une année à l'autre, malgré des variations interannuelles pour certaines espèces. Ceci implique que la zone est probablement utilisée pour des étapes importantes de la vie de ces espèces, en particulier l'alimentation pour le groupe que l'on pourrait nommer en clin d'œil le « big five » des hivernants du golfe de Gascogne : dauphin commun, marsouin commun, fou de Bassan, mouette tridactyle et alcidés.

#### Réalisation des survols et échantillonnage

Les points forts de ces survols sont (1) l'acquisition de données à large échelle spatiale et notamment sur les zones où il existe peu, voire aucun suivi pour certaines de ces espèces, (2) l'acquisition de données multi cibles, et (3) la répétabilité d'un protocole standardisé facilitant les comparaisons intra et interannuelles. Les survols ont cependant des inconvénients, dont le principal est l'identification de certaines espèces comme les petits delphinidés, les petits laridés, les petites espèces de puffins, etc. Néanmoins, nous avons pu démontrer que l'apport du digital grâce au système STORMM en simultané de l'observation visuelle pouvait nettement améliorer cette faiblesse. Un autre point faible est l'acquisition de données sur les espèces littorales, elles sont en effet peu relevées en raison de leur distribution très localisée sur la bande côtière (anatidés et gaviidés), de leur faible détectabilité (notamment pour les limicoles posés sur l'estran) et de leur identification. Le recensement de ces espèces demanderait donc un plan d'échantillonnage spécifique.

Les plans d'échantillonnage ont pu être réalisés comme prévu, sans dépasser ni le nombre d'heures ni le nombre de jours de vol initialement prévu. Par contre, quelle que soit la saison, les sessions n'ont pu se réaliser lors de

quelques jours consécutifs, mais souvent avec des interruptions plus ou moins longues en raison des conditions météorologiques rarement stables sur plusieurs jours. L'échantillonnage semble ici avoir été correctement dimensionné en fonction des densités attendues pour les espèces cibles. D'éventuelles adaptations pourraient être apportées suite aux analyses réalisées ultérieurement, comme l'ajustement de la résolution et l'intérêt de poursuivre la couverture de certaines zones (réserves naturelles côtières et estuaire de la Gironde notamment). La diminution de l'effort sur la campagne SPEE III (2021-22) devrait permettre de réduire la fenêtre temporelle de chaque session.

### **Bilan des observations et comparaisons aux résultats antérieurs**

Le volume de données collectées au cours des deux années de campagnes est conséquent, que ce soit pour les cétacés, les oiseaux marins, mais aussi les requins, les grands poissons pélagiques, les méduses ou les activités humaines.

Ce bilan de deux années de campagnes couvrant les 4 saisons montre l'importance de la zone couverte pour de nombreuses espèces de la mégafaune marine comme le dauphin commun (forts enjeux de conservation liés à la pêche ;(ICES WGBYC 2020), le marsouin commun (annexe II Directive Habitat et liste OSPAR des espèces menacées), mais aussi le grand dauphin (annexe II Directive Habitat), la tortue luth (liste OSPAR et classée vulnérable par la liste rouge IUCN au niveau mondial et de la France), le thon rouge (liste OSPAR et classée en danger par la liste rouge IUCN au niveau mondial), et pour les oiseaux marins tels que les alcidés, la mouette tridactyle, les petits puffins dont le puffin des Baléares (espèces listées par la Convention OSPAR), et également de nombreuses espèces comme le fou de Bassan, les océanites, les sternes, la mouette pygmée, le grand labbe, les macreuses, ... et de nombreuses autres espèces d'intérêt communautaire justifiant la désignation d'une ZPS et d'un PNM. Les survols ont confirmé l'importance de la période hivernale pour la plupart d'entre elles. A contrario de nombreux oiseaux marins sont absents ou très côtiers au printemps et en été qui coïncide avec la période de reproduction. En plus d'une forte saisonnalité, ces survols ont également mis en évidence la variabilité interannuelle. En effet, la comparaison entre 2019 et 2020 semble ici révéler une variabilité plus marquée à l'automne pour de nombreuses espèces.

Pour plusieurs espèces de cétacés et d'oiseaux marins, un exercice de comparaison des densités estimées sur SPEE avec celles estimées sur SAMM I en 2012 a été réalisé. Les survols SAMM d'hiver ont eu lieu principalement entre mi-décembre et mi-février et ceux d'été entre juin et juillet sur le plateau continental de la frontière espagnole à la mer Celtique (Laran et al. 2017, Pettex et al. 2017). Ces comparaisons sont évidemment à prendre avec grande précaution. Tout d'abord parce qu'en 8 ans, des modifications dans l'abondance ou la distribution de ces espèces ont pu avoir lieu et d'autre part les zones comparées sont différentes en terme d'habitat puisque la comparaison tente de renseigner sommairement la situation, en termes de diversité et de densité, de la zone couverte par SPEE par rapport à l'ensemble du plateau continental du golfe de Gascogne, de l'Espagne au Nord de la Bretagne.

Pour le marsouin commun, la comparaison révèle des densités estimées en hiver sur la zone SPEE environ 3 fois supérieur à celle estimée sur l'ensemble du plateau continental au cours de SAMM I, qui peuvent s'expliquer par le resserrement de la zone SPEE sur un habitat favorable en hiver pour cette espèce. Pour le grand dauphin, il semble y avoir moins de variations saisonnières, et l'ordre de grandeur de la densité moyenne annuelle reste cohérent avec les estimations de la campagne SAMM I (2011-12), bien que plus élevé sur la zone de SPEE en été.

Pour le dauphin commun la densité hivernale sur la zone d'étude est inférieure à celle estimée sur SAMM I, néanmoins comme nous l'avons démontré au cours de la campagne CAPECET en 2020 (Van Canneyt et al. 2020b) les dauphins communs sont très mobiles et sont capables de se rassembler massivement au milieu du plateau

continental au cours de l'hiver, et donc sur la zone d'étude SPEE, et sur de très courtes périodes. Au cours de l'hiver 2020, c'est en mars que la campagne CAPECET avait révélé des densités maximales similaires à celle de SAMM I. Les survols SPEE ont pu se réaliser en dehors de ces périodes de rassemblement. Il est aussi important de considérer que cette espèce a vraisemblablement subi ces dernières années des changements dans sa distribution. Sa fréquentation à l'intérieur du plateau en hiver aurait en effet augmenté sur des zones où le risque de capture accidentelle est particulièrement élevé. D'ailleurs, depuis 2016 on enregistre des mortalités records pour cette espèce en hiver, visibles en particulier à travers le suivi des échouages sur les côtes de Vendée et de Charente-Maritime (Peltier et al. 2021).

Concernant les oiseaux marins, le groupe le plus abondant en hiver est celui des alcidés. Les densités estimées sur SPEE sont environ 3 fois supérieures à celles estimées au cours de SAMM I sur l'ensemble du plateau du golfe de Gascogne. Ce qui paraît aussi logique puisque la zone de SPEE est recentrée sur les zones d'hivernage. Les densités relatives de fou de Bassan sont du même ordre de grandeur pour la période estivale entre les deux campagnes, et 2 à 3 fois supérieur en hiver sur SPEE, car recentrées également sur la zone d'hivernage de l'espèce. La mouette tridactyle en hiver sur la zone de SPEE présente une densité 2 fois supérieur à celle de SAMM I. Chez les autres espèces de mouettes, la comparaison des densités pour la mouette pygmée est la plus surprenante, en effet les densités estimées sur SPEE en hiver sont 10 (hiver 2019) à 50 (hiver 2020) fois supérieur à celle obtenue sur SAMM I pour la même saison dans le golfe de Gascogne.

Les densités de goélands "gris", de goélands "noirs", de sternes et de grand labbe sont quant à elles relativement similaires entre SPEE et SAMM I. Les océanites présentent des densités en hiver plus faibles sur SPEE, elles ont par contre obtenu une valeur 4 fois plus élevées au cours de l'automne 2020 en comparaison avec SAMM I hiver. Pour les espèces de petits puffins, la comparaison est délicate en raison des faibles densités et des variations importantes intra et interannuelles. Cependant, sur SPEE les plus fortes densités ont été estimées au cours du printemps et de l'automne 2020 et sont environ 2 fois supérieur à la plus forte densité évaluée en été sur SAMM I.

De toute évidence, la zone d'étude SPEE joue un rôle majeur pour de nombreuses espèces et en particulier pour trois espèces de cétacés dont deux sont classés d'intérêt communautaire ; et pour de nombreuses espèces d'oiseaux marins comme les alcidés, le fou de Bassan, la mouette tridactyle, la mouette pygmée, les "petits" puffins, etc. Il faut également rappeler que la zone d'étude accueille de nombreuses autres espèces pélagiques qui sembleraient régulières comme la tortue luth, moins connu le dauphin de Risso, et également le requin peau bleue avec un pic de densité inattendu, obtenu lors de l'été 2020.

Des comparaisons plus approfondies pourront être effectuées avec l'analyse des résultats de la campagne SAMM II (hiver 2021) prévues pour 2022.

### **Bilan de l'analyse par modélisation**

La modélisation à l'aide de DSM ('density surface models', Miller et al. 2016) a pu être réalisée sur 18 taxa (Tableau 12) dont 3 groupes de mammifères marins, 12 groupes d'oiseaux marins et 3 groupes d'autres espèces de mégafaune marine.

Tableau 12. Résumé des covariables sélectionnées dans les modèles DSM. Les covariables physiographiques (statiques) sont sur fond gris et les covariables dynamiques sont sur fond vert.

Classe	Groupe	Profondeur (depth)	Distance à la côte (distCoast)	Pente (Slope)	Chlorophylle (CHL_4w)	Température (SST_4w)	Distance au canyon	Energie cinétique (EKE_month)	Chlorophylle (CHL_clim)	Température (SST_clim)	Anomalie de hauteur d'eau (SLA_month)
Mammifères marins	Petits Delphininés						x			x	x
	Marsouin		x		x					x	
	Grand dauphin			x		x					
Oiseaux marins	Alcidés								x		x
	Fou de Bassan	x			x						x
	Goélands "gris"			x					x		x
	Goélands "noirs"					x		x	x		
	Goélands indéterminés							x	x	x	
	Mouettes (toutes)		x							x	x
	Mouette pygmée							x		x	x
	Mouette tridactyle								x	x	x
	Sternes				x	x		x			
	Grand labbe		x					x			x
	Océanites			x			x		x		
Petits Puffins							x	x			
Autre mégafaune	Poisson lune						x			x	x
	Requins						x			x	x
	Méduses								x	x	x
Total		1	3	3	3	3	4	6	8	9	11

Les covariables les plus souvent sélectionnées dans les modèles pour prédire l'abondance et la distribution de la mégafaune marine dans la zone d'étude sont des covariables océanographiques comme la climatologie de concentration en chlorophylle *a*, la climatologie de température de surface de l'eau et l'anomalie de hauteur d'eau, et dans une moindre mesure l'énergie cinétique des tourbillons. La variable physiographique la plus souvent sélectionnée est la distance au canyon le plus proche, mais elle n'est que peu sélectionnée parmi les modèles pour les oiseaux marins (à l'exception des océanites). La variable la moins sélectionnée sur la zone d'étude est la profondeur. Cela peut en partie s'expliquer par la relative homogénéité de la bathymétrie sur la zone par rapport à la capacité dispersive des espèces étudiées.

Au niveau de la résolution temporelle des covariables dynamiques, il est à noter que les variables climatologiques sont plus souvent sélectionnées que les mêmes variables moyennées sur les quatre semaines avant l'observation. Ce résultat suggère une certaine inertie vis-à-vis des variations interannuelles dans la valeur des covariables. Cette interprétation n'interdit pas l'existence de variations interannuelles globales dans la densité : celles-ci sont en effet prises en compte dans les modèles via l'inclusion d'un effet spécifique affectant la densité moyenne lors d'une session de survol (l'effet aléatoire 'session', cf. Modélisation d'habitat).

La modélisation par *DSM* est globalement cohérente en termes d'abondance prédites avec les résultats des estimations par *CDS*. La plus-value de la modélisation est l'obtention de cartes pouvant révéler des variations spatiales de densité au sein de la zone d'étude. Dans la plupart des taxons, ces prédictions apparaissent fiables, mais il est à noter que dans certains cas, les prédictions par *DSM* pouvaient être instables, ou aberrantes (Annexes 6, 7 et 8). Ces prédictions aberrantes concernaient en général les mois pour lesquels aucune donnée n'avait été récoltée et sont à ce titre des prédictions suspectes. Le choix a été fait ici de ne pas rapporter ces prédictions.

Le design des campagnes SPEE qui ont visé un échantillonnage sur 4 saisons pendant 2 ans permet d'établir une cartographie initiale de l'état de la mégafaune marine dans le 7<sup>ème</sup> Parc naturel marin français. Ce dernier est l'un des plus vastes de métropole, s'étalant sur 6 500 km<sup>2</sup> d'espace marin sur la façade atlantique et environ 800 km de linéaire côtiers. Les données collectées confirment la richesse et la diversité du patrimoine naturel du parc. La modélisation à partir des données SPEE met notamment en évidence une présence dans le PNM des marsouins et des grands dauphins à l'année. Pour les petits delphininés, dont le dauphin commun, les abondances relatives les plus fortes sont prédites en dehors du périmètre du PNM. Chez les espèces d'oiseaux marins, les goélands (« gris », « noirs » et indéterminés), les petits puffins et les sternes sont prédites présentes à l'année dans le périmètre du PNM. Les mouettes (toutes espèces) sont également nombreuses dans le PNM du printemps à l'automne, à l'exception des mouettes pygmées et mouettes tridactyles dont la distribution est plus large et plutôt en dehors du PNM dans la zone couverte par les survols SPEE. Les océanites sont présents en abondance en été/automne, les alcidés et fous de Bassan en automne/hiver, et les grands labbes en automne. Concernant les autres mégafaunes marines, poisson lune et requins sont présents en abondance au large, en dehors du périmètre du PNM. Les méduses quant à elles sont présentes à l'année dans le PNM, avec des fortes abondances saisonnières. Enfin, concernant les pressions humaines appréhendées via les déchets, ceux-ci sont très abondants dans le PNM en hiver et au printemps en particulier, même si les abondances les plus élevées à ces mêmes saisons sont observées au large. La diversité des patrons saisonniers de distribution souligne divers assemblages d'espèces présents à différentes saisons.

Les données acquises seront complétées par une troisième année de suivi (avec un effort moindre, cf. Analyse de Sensibilité) qui viendra renforcer les données existantes. Cette troisième année d'acquisition permettra de tester les variations interannuelles et croiser les données aux résultats des modèles prédictifs établis sur 2019-2020. La collecte de ces données renforce la connaissance de l'état initial de la biodiversité dans le PNM, et donc la capacité à détecter des changements dans le futur.

## REFERENCES

- Authier, M., C. Saraux, and C. Péron. 2017. Variable Selection and Accurate Predictions in Habitat Modelling: a Shrinkage Approach *Ecography* **40**:549-560.
- Buckland, S. T., D. R. Anderson, H. P. Burnham, J. L. Laake, B. D.L., and L. Thomas. 2001. Introduction to distance sampling: Estimating abundance of biological populations. Oxford University Press, Oxford.
- Harris, P. T., M. Macmillan-Lawler, J. Rupp, and E. K. Baker. 2014. Geomorphology of the oceans. *Marine Geology* **352**:4-24.
- ICES WGBYC. 2020. Report of the Working Group on Bycatch of Protected Species (WGBYC) on special request in bycatch emergency measures. .
- Laran, S., M. Authier, A. Blanck, G. Dorémus, H. Falchetto, P. Monestiez, E. Pettex, E. Stephan, O. Van Canneyt, and V. Ridoux. 2017. Seasonal distribution and abundance of cetaceans within French waters- Part II: The Bay of Biscay and the English Channel. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* **141**:31-40.
- Laran, S., G. Dorémus, O. Van Canneyt, M. Authier, and J. Spitz. 2019. Synthèse des données de l'Observatoire Pelagis au sein du PNM de l'Estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis et de la ZPS Pertuis charentais-Rochebonne. Observatoire Pelagis (UMS 3462, Université de La Rochelle / CNRS) & Parc Naturel Marin de l'Estuaire de la Gironde et Mer des Pertuis (Agence française pour la Biodiversité).
- Miller, D. L. 2016. Distance: Distance Sampling Detection Function and Abundance Estimation. . R package version 0.9.6. <https://CRAN.R-project.org/package=Distance>.
- Miller, D. L., E. Rexstad, L. Burt, M. V. Bravington, and S. L. Hedley. 2016. dsm: Density Surface Modelling of Distance Sampling Data. . R package version 2.2.12. . <https://CRAN.R-project.org/package=dsm>.
- Miller, D. L., E. Rexstad, L. Thomas, L. Marshall, and J. L. Laake. 2019. Distance Sampling in R. *Journal of Statistical Software* **89**:1-28.
- Peltier, H., M. Authier, F. Caurant, W. Dabin, P. Daniel, C. Dars, F. Demaret, E. Meheust, O. Van Canneyt, J. Spitz, and V. Ridoux. 2021. In the Wrong Place at the Wrong Time: Identifying Spatiotemporal Co-occurrence of Bycaught Common Dolphins and Fisheries in the Bay of Biscay (NE Atlantic) From 2010 to 2019. *Frontiers in Marine Science* **8**.
- Pettex, E., S. Laran, M. Authier, A. Blanck, G. Dorémus, H. Falchetto, C. Lambert, P. Monestiez, E. Stéfan, O. Van Canneyt, and V. Ridoux. 2017. Using large scale surveys to investigate seasonal variations in seabird distribution and abundance. Part II: The Bay of Biscay and the English Channel. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* **141**:86-101.
- R Core Team. 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.
- Roberts, J. J., B. D. Best, D. C. Dunn, E. A. Treml, and P. N. Halpin. 2010. Marine Geospatial Ecology Tools: An integrated framework for ecological geoprocessing with ArcGIS, Python, R, MATLAB, and C++. . *Environmental Modelling & Software* **25**:1197-1207
- Thomas, L., S. T. Buckland, E. Rexstad, J. L. Laake, S. Strindberg, S. L. Hedley, J. R. B. Bishop, F. F. C. Marques, and H. P. Burnham. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* **47**:5-14.

- Thomas, L., J. L. Laake, E. Rexstad, S. Strindberg, F. F. C. Marques, S. T. Buckland, D. L. Borchers, D. R. Anderson, H. P. Burnham, M. L. Burt, S. L. Heydley, J. H. Pollard, J. R. B. Bishop, and T. A. Marques. 2009. Distance 6.0. Release “2”. .in R. U. f. W. P. Assessment, editor. <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>, University of St. Andrews, UK.
- Van Canneyt, O., A. Blanchard, S. Laran, M. Authier, G. Dorémus, M. Genu, M. Nivière, and J. Spitz. 2020a. Suivi de la mégafaune marine au large des PERTUIS charentais, de l’Estuaire de la Gironde et de Rochebonne par observation aérienne : Campagne SPEE. Observatoire Pelagis (UMS 3462, Université de La Rochelle / CNRS) & Parc Naturel Marin de l’Estuaire de la Gironde et Mer des Pertuis (Agence française pour la Biodiversité).
- Van Canneyt, O., A. Blanchard, S. Laran, M. Authier, G. Dorémus, M. Genu, M. Nivière, J. Spitz, F. Caurant, and V. Ridoux. 2020b. Comprendre et évaluer les captures de petits cétacés dans les engins de pêche (CAPECET) – Volet distribution et abondance hivernales par observation aérienne.
- Vehtari, A., J. Gabry, M. Magnusson, Y. Yao, P. Bürkner, T. Paananen, and A. Gelman. 2020. Vehtari A, Gabry J, Magnusson M, Yao Y, Bürkner P, Paananen T, Gelman A (2020). “loo: Efficient leave-one-out cross-validation and WAIC for Bayesian models.” R package version 2.4.1, <URL: <https://mc-stan.org/loo/>>.
- Virgili, A., S. Laran, M. Authier, G. Doremus, O. Van Canneyt, and J. Spitz. 2020. Prospective modelling of operational offshore windfarms on the distribution of marine megafauna in the southern North Sea. bioRxiv:2020.2012.2016.423009.
- Yao, Y., A. Vehtari, D. Simpson, and A. Gelman. 2018. Using Stacking to Average Bayesian Predictive Distributions (with Discussion) *Bayesian Analysis* **13**:917-100.

## ANNEXES

### Annexe 1. Récapitulatif des résultats obtenus sur le traitement des images du système STORMM

*Synthèse du traitement des images STORMM - observations de mammifères marins sessions 2, 7 et 8*

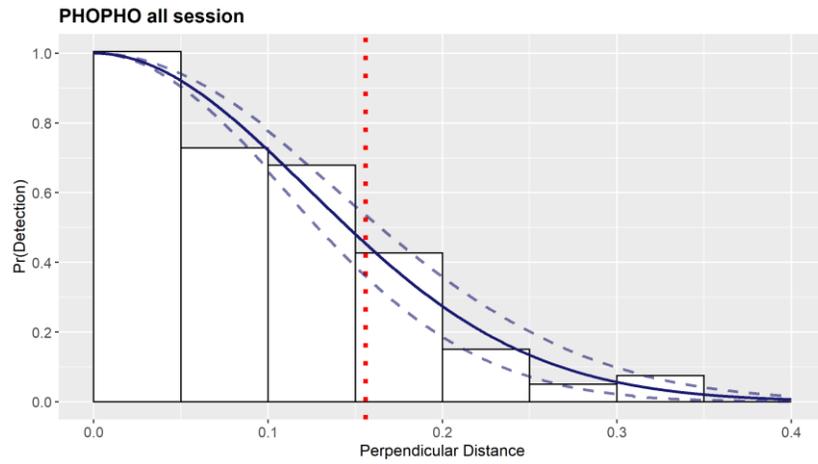
<b>Session</b>		<b>2</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>Total</b>
Nb d'observations de mammifères marin analysées (hors transit)		31	35	37	<b>103</b>
Observations non recapturées sur photo (hors bande)	nb	6	8	5	<b>19</b>
	%/ observations	19%	23%	14%	<b>18%</b>
Observations non recapturées sur photo (sans explication)	nb	5	2	0	<b>7</b>
	%/ observations	16%	6%	0%	<b>7%</b>
Observations recapturées sur photo	nb	20	25	32	<b>77</b>
	%/ observations	65%	71%	86%	<b>75%</b>
Observations corrigées	nb	0	3	2	<b>5</b>
	%/ recapturées	0%	12%	6%	<b>6%</b>
Observations confirmées	nb	18	11	10	<b>39</b>
	%/ recapturées	90%	44%	31%	<b>51%</b>
Observations spécifiées	nb	2	8	16	<b>26</b>
	%/ recapturées	10%	32%	50%	<b>34%</b>
Observations dégradées	nb	0	0	1	<b>1</b>
	%/ recapturées	0%	0%	3%	<b>1%</b>
Observations non identifiées	nb	0	3	3	<b>6</b>
	%/ recapturées	0%	12%	9%	<b>8%</b>

*Synthèse du traitement des images STORMM - observations de petits delphinidés sessions 2, 7 et 8*

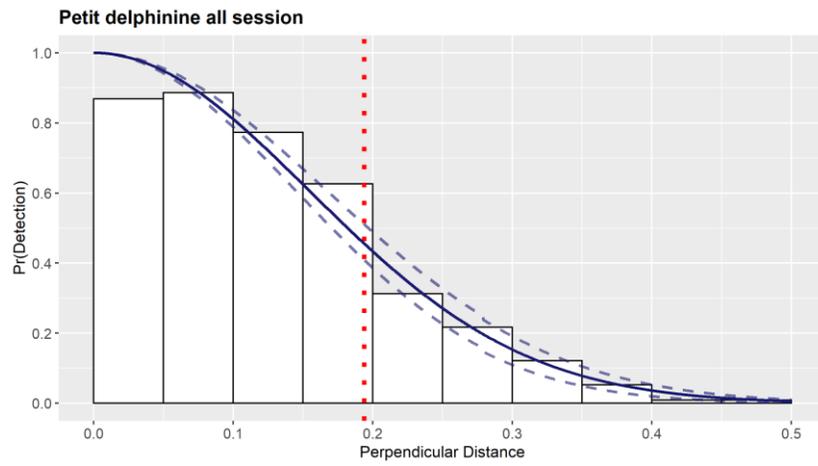
<b>Session</b>		<b>2</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>Total</b>
Nombre d'observations de petits delphinidés recapturées sur photo		2	10	19	31
Observations spécifiées en dauphin commun	nb	1	8	15	24
	%/ recapturées	50%	80%	79%	<b>77%</b>

## Annexe 2. Fonctions de détections

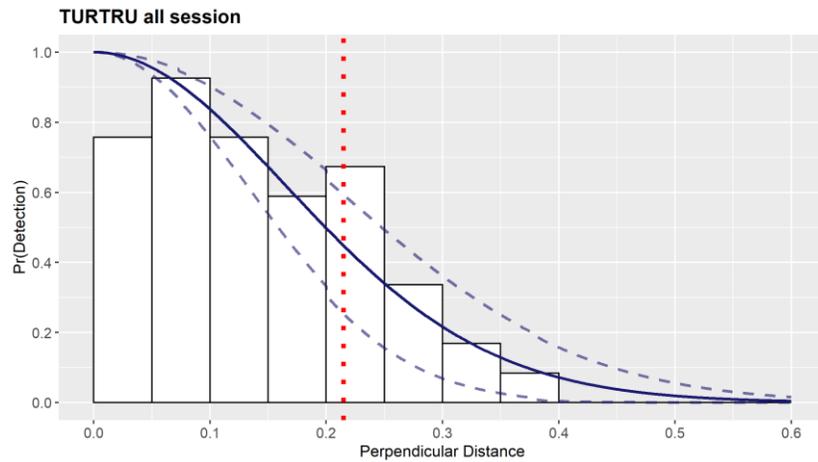
Marsouin commun



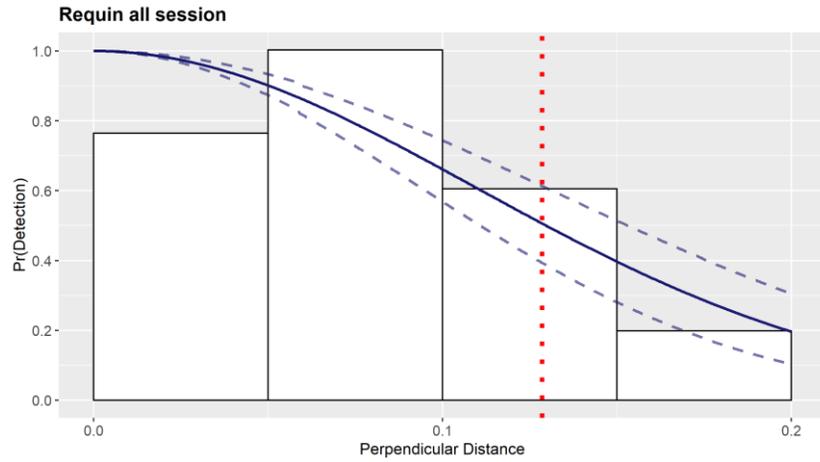
Dauphin commun (et petits delphininés non identifiés)



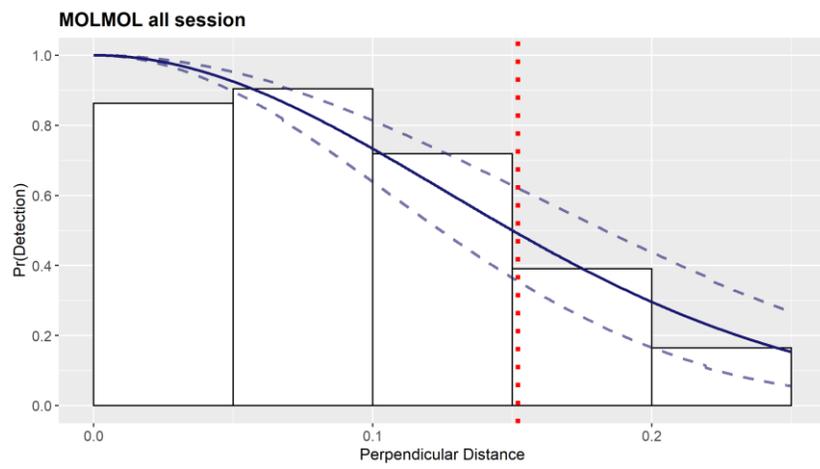
Grand dauphin



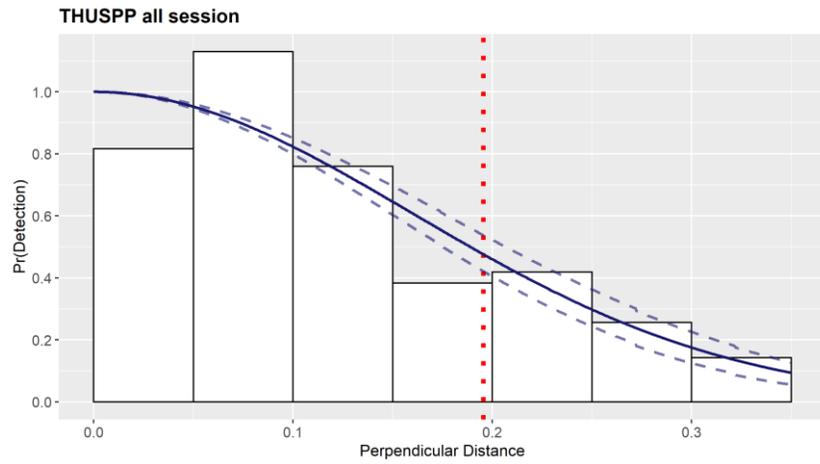
Requin indéterminé



Poisson lune



Grands poissons indéterminés



Annexe 3. Résultats des estimations CDS sur la zone d'étude

Session	Effort (km)	sightings	Encounter_rate	cv	mean_group	cv	Density	cv	Abund.Relative	BorneInf.	Borne Sup.	
<b>Dauphin commun (et petits delphininés non identifiés)</b>												
1	3 122	101	0.0324	18%	7.0	18%	0.587	26%	8 780	5 251	14 681	
2	3 358	39	0.0116	23%	4.7	15%	0.142	25%	2 124	1 301	3 468	
3	3 135	24	0.0077	34%	7.6	8%	0.150	35%	2 238	1 146	4 372	
4	2 908	17	0.0058	27%	3.8	28%	0.057	38%	848	413	1 744	
5	3 565	135	0.0379	15%	5.5	9%	0.538	17%	8 035	5 718	11 291	
6	3 455	65	0.0188	31%	10.6	18%	0.517	29%	7 721	4 433	13 449	
7	3 332	36	0.0108	23%	10.0	13%	0.279	26%	4 165	2 498	6 946	
8	3 446	29	0.0084	35%	5.5	20%	0.120	38%	1 790	865	3 703	
<b>Marsouin commun</b>												
1	3 122	34	0.0109	23%	1.5	8%	0.053	25%	786	485	1 272	
2	3 358	18	0.0054	26%	1.2	10%	0.020	28%	301	174	520	
3	3 135	1	0.0003	100%	1.0	0%	0.001	100%	15	3	79	
4	2 908	12	0.0041	46%	2.3	42%	0.031	64%	463	146	1 467	
5	3 565	24	0.0067	24%	2.1	20%	0.046	34%	688	356	1 330	
6	3 455	25	0.0072	26%	1.6	6%	0.036	29%	543	309	953	
7	3 332	7	0.0021	42%	1.7	18%	0.012	43%	173	77	387	
8	3 446	3	0.0009	57%	1.7	16%	0.005	60%	70	23	208	
<b>Grand dauphin</b>												
1	3 122	12	0.0038	47%	3.0	18%	0.027	56%	407	146	1 135	
2	3 358	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	3 135	14	0.0045	34%	2.4	13%	0.025	40%	372	175	791	
4	2 908	2	0.0007	70%	4.0	53%	0.007	89%	97	22	439	
5	3 565	1	0.0003	98%	1.0	0%	0.001	99%	10	2	51	
6	3 455	6	0.0017	45%	7.8	14%	0.032	47%	481	200	1 153	
7	3 332	8	0.0024	42%	2.8	19%	0.016	51%	233	90	605	
8	3 446	8	0.0023	54%	2.8	52%	0.015	59%	226	77	659	

Session	Effort (km)	sightings	Encounter_rate	cv	mean_group	cv	Density	cv	Abund.Relative	Born e Inf.	Born e Sup.
<b>Alcidés</b>											
1	3 122	2125	0.6806	9%	2.7	5%	4.574	11%	68 367	54 633	85 553
2	3 358	6	0.0018	58%	2.3	18%	0.010	68%	156	46	526
3	3 135	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	2 908	733	0.2520	18%	2.1	6%	1.319	20%	19 710	13 264	29 289
5	3 565	1475	0.4137	7%	2.2	4%	2.257	8%	33 729	28 585	39 799
6	3 455	1	0.0003	100%	1.0	0%	0.001	100%	11	2	56
7	3 332	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	3 446	917	0.2661	15%	2.5	7%	1.661	18%	24 824	17 319	35 582
<b>Fou de Bassan</b>											
1	3 122	354	0.1134	13%	2.5	26%	0.717	35%	10 712	5 435	21 114
2	3 358	116	0.0345	13%	1.2	5%	0.103	16%	1 536	1 132	2 084
3	3 135	91	0.0290	19%	1.1	4%	0.081	21%	1 204	804	1 802
4	2 908	607	0.2087	10%	1.8	8%	0.953	15%	14 250	10 663	19 043
5	3 565	725	0.2034	12%	2.2	15%	1.128	19%	16 854	11 738	24 201
6	3 455	82	0.0237	15%	1.2	7%	0.070	18%	1 049	742	1 483
7	3 332	166	0.0498	14%	1.6	9%	0.197	17%	2 950	2 103	4 137
8	3 446	937	0.2719	9%	2.5	9%	1.714	13%	25 616	19 762	33 204

Session	Effort (km)	sightings	Encounter_rate	cv	mean_group	cv	Density	cv	Abun.Relativ	Borne Inf.	Borne Sup.	
<b>Goélands noir</b>												
1	3 122	41	0.0131	17%	2.6	30%	0.085	36%	1 269	637	2 526	
2	3 358	33	0.0098	25%	1.3	11%	0.031	26%	467	281	777	
3	3 135	31	0.0099	21%	2.0	44%	0.050	54%	751	278	2 027	
4	2 908	23	0.0079	29%	4.2	51%	0.083	58%	1 246	434	3 582	
5	3 565	44	0.0123	22%	1.6	12%	0.050	28%	744	429	1 291	
6	3 455	15	0.0043	27%	1.0	0%	0.011	28%	162	94	280	
7	3 332	14	0.0042	44%	1.1	5%	0.011	47%	168	69	409	
8	3 446	23	0.0067	25%	1.6	15%	0.026	34%	390	204	748	
<b>Goélands gris</b>												
1	3 122	127	0.0407	13%	2.8	22%	0.283	25%	4 237	2 620	6 851	
2	3 358	153	0.0456	14%	4.8	44%	0.549	46%	8 202	3 463	19 429	
3	3 135	88	0.0281	16%	3.9	44%	0.274	49%	4 101	1 639	10 263	
4	2 908	66	0.0227	17%	3.1	36%	0.176	43%	2 634	1 164	5 961	
5	3 565	109	0.0306	14%	2.7	18%	0.208	24%	3 113	1 969	4 923	
6	3 455	121	0.0350	14%	1.7	13%	0.145	21%	2 174	1 443	3 275	
7	3 332	138	0.0414	19%	2.2	25%	0.227	30%	3 387	1 904	6 024	
8	3 446	42	0.0122	20%	1.9	26%	0.059	36%	878	444	1 739	
<b>Goélands indéterminés</b>												
1	3 122	45	0.0144	21%	20.4	39%	0.737	50%	11 011	4 301	28 193	
2	3 358	55	0.0164	19%	2.8	34%	0.115	40%	1 725	802	3 709	
3	3 135	65	0.0207	20%	8.3	48%	0.431	51%	6 449	2 499	16 643	
4	2 908	12	0.0041	37%	1.6	20%	0.016	42%	244	110	542	
5	3 565	26	0.0073	23%	5.2	33%	0.095	41%	1 425	659	3 083	
6	3 455	194	0.0561	17%	3.3	15%	0.462	27%	6 900	4 098	11 618	
7	3 332	132	0.0396	14%	4.7	25%	0.470	28%	7 020	4 075	12 094	
8	3 446	76	0.0221	16%	7.4	46%	0.408	47%	6 106	2 509	14 860	

Session	Effort (km)	sightings	Encounter_rate	cv	mean_group	cv	Density	cv	Abund.Relative	Borne Inf.	Borne Sup.
<b>Mouettes (toutes espèces confondues)</b>											
1	3 122	495	0.1586	11%	2.1	7%	0.831	13%	12 424	9 657	15 984
2	3 358	77	0.0229	18%	2.4	16%	0.136	24%	2 026	1 272	3 227
3	3 135	174	0.0555	16%	4.2	37%	0.584	42%	8 726	3 956	19 246
4	2 908	357	0.1228	15%	2.0	6%	0.621	17%	9 277	6 601	13 037
5	3 565	659	0.1848	10%	2.8	9%	1.316	15%	19 674	14 672	26 380
6	3 455	40	0.0116	21%	2.3	13%	0.065	27%	973	574	1 650
7	3 332	161	0.0483	16%	3.5	45%	0.421	51%	6 292	2 451	16 147
8	3 446	970	0.2815	15%	4.3	21%	3.034	24%	45 354	28 613	71 890
<b>Mouette tridactyle</b>											
1	3 122	248	0.0794	18%	2.0	11%	0.398	22%	5 949	3 848	9 196
2	3 358	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	3 135	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	2 908	175	0.0602	15%	1.9	8%	0.285	17%	4 266	3 082	5 905
5	3 565	245	0.0687	11%	1.5	7%	0.258	12%	3 857	3 041	4 892
6	3 455	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	3 332	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	3 446	287	0.0833	22%	2.1	11%	0.442	25%	6 605	4 072	10 712
<b>Mouette pygmée</b>											
1	3 122	38	0.0122	42%	2.3	18%	0.070	41%	1 053	480	2 311
2	3 358	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	3 135	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	2 908	89	0.0306	39%	2.3	12%	0.175	40%	2 608	1 209	5 629
5	3 565	210	0.0589	16%	3.7	8%	0.544	19%	8 134	5 570	11 877
6	3 455	2	0.0006	70%	2.0	0%	0.003	70%	43	12	151
7	3 332	2	0.0006	98%	1.5	0%	0.002	98%	34	7	170
8	3 446	323	0.0937	22%	4.1	11%	0.955	28%	14 272	8 243	24 710
<b>Mouettes rieuse et mélanocéphale</b>											
1	3 122	20	0.0064	37%	1.9	18%	0.030	47%	443	184	1 067
2	3 358	7	0.0021	48%	2.0	25%	0.010	58%	156	54	453
3	3 135	4	0.0013	51%	1.0	0%	0.003	51%	48	18	123
4	2 908	34	0.0117	26%	2.0	22%	0.058	35%	861	442	1 678
5	3 565	11	0.0031	31%	1.0	0%	0.008	33%	115	62	215

Session	Effort (km)	sightings	Encounter_rate	cv	mean_group	cv	Density	cv	Abund.Relative	Borne Inf.	Borne Sup.
6	3 455	3	0.0009	75%	1.7	19%	0.004	83%	54	13	225
7	3 332	20	0.0060	30%	1.8	12%	0.027	33%	404	216	755
8	3 446	59	0.0171	25%	1.4	7%	0.059	28%	889	521	1 517
<b>Sternes</b>											
1	3 122	62	0.0199	24%	2.1	21%	0.102	38%	1 532	743	3 159
2	3 358	50	0.0149	27%	2.2	15%	0.081	33%	1 213	644	2 284
3	3 135	97	0.0309	23%	2.1	19%	0.161	30%	2 408	1 359	4 268
4	2 908	11	0.0038	47%	2.8	57%	0.027	70%	398	114	1 391
5	3 565	9	0.0025	40%	1.3	15%	0.008	44%	126	55	290
6	3 455	28	0.0081	24%	1.7	18%	0.035	31%	519	286	942
7	3 332	87	0.0261	22%	1.7	13%	0.111	27%	1 660	985	2 796
8	3 446	11	0.0032	46%	2.9	59%	0.023	66%	347	105	1 143
<b>Grand labbe</b>											
1	3 122	23	0.0074	24%	1.0	0%	0.018	25%	275	170	445
2	3 358	21	0.0063	29%	1.1	5%	0.017	32%	256	139	473
3	3 135	7	0.0022	41%	1.0	0%	0.006	42%	83	38	185
4	2 908	34	0.0117	19%	1.0	3%	0.030	20%	450	306	661
5	3 565	59	0.0165	20%	1.1	4%	0.045	23%	671	425	1 058
6	3 455	10	0.0029	37%	1.0	0%	0.007	37%	108	53	221
7	3 332	3	0.0009	57%	1.0	0%	0.002	58%	34	12	97
8	3 446	52	0.0151	16%	1.1	3%	0.040	19%	596	413	862
<b>Océanites</b>											
1	3 122	0	0.0000	0%	0.0	NA	0.000	0%	0	0	0
2	3 358	41	0.0122	17%	1.2	10%	0.038	20%	568	386	835
3	3 135	20	0.0064	40%	2.1	14%	0.033	46%	501	211	1 186
4	2 908	40	0.0138	31%	2.1	22%	0.072	35%	1 079	550	2 118
5	3 565	6	0.0017	40%	1.5	31%	0.006	51%	94	37	244
6	3 455	8	0.0023	34%	1.0	0%	0.006	34%	87	45	167
7	3 332	133	0.0399	16%	1.9	11%	0.193	22%	2 882	1 875	4 431
8	3 446	207	0.0601	21%	2.8	16%	0.427	32%	6 388	3 481	11 721

Session	Effort (km)	sightings	Encounter_rate	cv	mean_group	cv	Density	cv	Abund.Relative	Borne Inf.	Borne Sup.
<b>Procellariidés</b>											
1	3 122	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	3 358	22	0.0066	27%	1.9	27%	0.031	42%	467	210	1 041
3	3 135	5	0.0016	51%	1.6	15%	0.006	58%	95	33	277
4	2 908	2	0.0007	99%	1.0	0%	0.002	99%	26	5	131
5	3 565	12	0.0034	30%	2.0	32%	0.017	49%	252	100	632
6	3 455	30	0.0087	38%	9.7	54%	0.210	89%	3 136	697	14 107
7	3 332	38	0.0114	23%	1.4	17%	0.041	29%	606	344	1 066
8	3 446	62	0.0180	29%	9.9	29%	0.443	48%	6 626	2 691	16 314
<b>Petits puffins</b>											
1	3 122	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	3 358	21	0.0063	28%	2.0	28%	0.031	44%	456	200	1 042
3	3 135	4	0.0013	60%	1.8	13%	0.006	66%	83	26	272
4	2 908	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	3 565	9	0.0025	36%	2.3	34%	0.015	56%	220	78	620
6	3 455	28	0.0081	41%	10.3	53%	0.208	90%	3 115	685	14 161
7	3 332	7	0.0021	42%	1.1	10%	0.006	47%	90	37	217
8	3 446	29	0.0084	29%	10.4	38%	0.219	53%	3 275	1 222	8 779

Session	Effort (km)	sightings	Encounter_rate	cv	mean_group	cv	Density	cv	Abund.Relative	Borne Inf.	Borne Sup.
<b>Requins indéterminés</b>											
1	3 122	1	0.0003	100%	1.0	0%	0.001	100%	19	4	97
2	3 358	79	0.0235	22%	1.0	0%	0.091	22%	1 367	885	2 112
3	3 135	16	0.0051	56%	1.0	0%	0.020	57%	297	105	838
4	2 908	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	3 565	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	3 455	50	0.0145	29%	1.0	2%	0.057	29%	858	491	1 499
7	3 332	174	0.0522	20%	1.1	2%	0.217	21%	3 244	2 160	4 870
8	3 446	3	0.0009	57%	1.0	0%	0.003	57%	51	18	144
<b>Thonidés et poissons à rostre</b>											
1	3 122	0	0.0000	0%	0.0	NA	0.000	0%	0	0	0
2	3 358	58	0.0173	17%	4.3	20%	0.192	26%	2 874	1 726	4 785
3	3 135	54	0.0172	21%	24.5	76%	1.080	76%	16 136	4 230	61 549
4	2 908	16	0.0055	29%	6.2	49%	0.087	51%	1 303	505	3 364
5	3 565	16	0.0045	31%	7.7	24%	0.088	44%	1 321	573	3 044
6	3 455	42	0.0122	22%	3.5	27%	0.108	37%	1 618	801	3 270
7	3 332	236	0.0708	15%	5.3	14%	0.958	25%	14 319	8 848	23 172
8	3 446	128	0.0371	23%	6.1	8%	0.581	27%	8 690	5 179	14 581
<b>Poisson lune</b>											
1	3 122	2	0.0006	70%	1.0	0%	0.002	70%	31	9	110
2	3 358	9	0.0027	44%	1.0	0%	0.009	45%	132	56	308
3	3 135	2	0.0006	69%	1.0	0%	0.002	69%	31	9	108
4	2 908	2	0.0007	69%	1.0	0%	0.002	70%	34	10	117
5	3 565	3	0.0008	57%	1.0	0%	0.003	57%	41	14	118
6	3 455	47	0.0136	22%	1.1	7%	0.050	25%	754	460	1 235
7	3 332	57	0.0171	22%	1.1	4%	0.059	23%	885	565	1 388
8	3 446	26	0.0075	23%	1.2	9%	0.030	26%	442	270	726
<b>Méduses</b>											
1	3 122	175	0.0561	34%	2.7	26%	0.372	43%	5 554	2 468	12 495
2	3 358	101	0.0301	22%	4.1	18%	0.307	33%	4 585	2 427	8 663
3	3 135	265	0.0845	22%	12.7	24%	2.681	34%	40 078	21 063	76 258
4	2 908	185	0.0636	26%	4.2	18%	0.673	36%	10 061	5 036	20 099
5	3 565	452	0.1268	22%	3.1	16%	0.975	30%	14 569	8 167	25 989

Session	Effort (km)	sightings	Encounter_rate	cv	mean_group	cv	Density	cv	Abund.Relative	Borne Inf.	Borne Sup.
6	3 455	260	0.0753	20%	7.1	24%	1.344	37%	20 095	9 948	40 592
7	3 332	539	0.1618	23%	7.7	18%	3.097	32%	46 295	25 109	85 357
8	3 446	204	0.0592	26%	2.0	16%	0.303	36%	4 522	2 259	9 052
<b>Déchets (toutes catégories)</b>											
1	3 122	567	0.1816	11%	1.2	5%	0.561	13%	8 390	6 491	10 845
2	3 358	562	0.1674	8%	1.1	4%	0.476	9%	7 112	5 972	8 468
3	3 135	422	0.1346	8%	1.2	10%	0.416	13%	6 223	4 862	7 965
4	2 908	323	0.1111	10%	1.2	13%	0.340	17%	5 075	3 605	7 146
5	3 565	578	0.1621	9%	1.4	8%	0.580	15%	8 668	6 518	11 528
6	3 455	610	0.1766	9%	1.2	4%	0.538	11%	8 046	6 424	10 079
7	3 332	385	0.1155	8%	1.1	3%	0.326	9%	4 867	4 112	5 761
8	3 446	287	0.0833	11%	1.1	2%	0.237	12%	3 546	2 827	4 449
<b>Bouées de pêche</b>											
1	3 122	64	0.0205	18%	1.2	4%	0.060	19%	898	623	1 293
2	3 358	82	0.0244	19%	1.2	7%	0.071	23%	1 068	682	1 674
3	3 135	124	0.0396	19%	1.3	6%	0.125	20%	1 872	1 258	2 785
4	2 908	54	0.0186	21%	1.2	7%	0.058	24%	861	542	1 367
5	3 565	60	0.0168	21%	1.1	5%	0.046	22%	681	446	1 042
6	3 455	75	0.0217	21%	1.2	4%	0.067	22%	995	654	1 514
7	3 332	112	0.0336	20%	1.3	5%	0.105	21%	1 570	1 045	2 360
8	3 446	60	0.0174	23%	1.2	7%	0.053	24%	792	499	1 255

Annexe 4. Résultats des estimations CDS sur l'étendue du PNM EGMP

Session	Effort (km)	sightings	Encounter_rate	cv	mean_group	cv	Density	cv	Abund.Relative	Inf.	Sup. (95%)
<b>Dauphin commun (et petits delphininés non identifiés)</b>											
PNM_1	1427	17	0.0119	43%	13.6	41%	0.4193	59%	2 732	939	7 948
PNM_2	1421	11	0.0077	32%	5.2	30%	0.1034	42%	674	304	1 494
PNM_3	1388	3	0.0022	57%	9.0	29%	0.0502	65%	327	102	1 051
PNM_4	1217	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PNM_5	1507	17	0.0113	33%	5.5	22%	0.1592	38%	1 037	509	2 115
PNM_6	1456	12	0.0082	38%	12.9	25%	0.2746	48%	1 789	739	4 334
PNM_7	1443	7	0.0049	51%	15.1	20%	0.1895	52%	1 235	471	3 233
PNM_8	1369	1	0.0007	100%	5.0	0%	0.0094	100%	61	12	316
<b>Marsouin commun</b>											
PNM_1	1427	15	0.0105	31%	1.6	14%	0.0434	35%	283	145	551
PNM_2	1421	3	0.0021	57%	1.0	0%	0.0068	58%	44	15	127
PNM_3	1388	1	0.0007	100%	1.0	0%	0.0023	100%	15	3	77
PNM_4	1217	8	0.0066	48%	2.9	61%	0.0608	68%	396	118	1 326
PNM_5	1507	14	0.0093	32%	2.7	23%	0.0811	43%	529	234	1 192
PNM_6	1456	8	0.0055	45%	1.5	10%	0.0265	49%	173	69	430
PNM_7	1443	5	0.0035	52%	1.6	17%	0.0178	50%	116	46	292
PNM_8	1369	1	0.0007	99%	1.0	0%	0.0024	100%	15	3	78
<b>Grand dauphin</b>											
PNM_1	1427	1	0.0007	101%	8.0	0%	0.0133	106%	86	16	472
PNM_2	1421	0	0.0000	0%	0.0	NA	0.0000	0%	0	0	0
PNM_3	1388	3	0.0022	56%	1.3	20%	0.0068	68%	44	13	149
PNM_4	1217	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PNM_5	1507	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PNM_6	1456	2	0.0014	101%	6.0	0%	0.0195	106%	127	23	693
PNM_7	1443	5	0.0035	52%	2.2	14%	0.0180	65%	117	37	373
PNM_8	1369	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Alcidés</b>											
PNM_1	1427	837	0.5865	14%	2.7	8%	3.9958	17%	26037	18582	36482
PNM_2	1421	5	0.0035	66%	2.4	19%	0.0211	77%	138	36	532
PNM_3	1388	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PNM_4	1217	302	0.2482	18%	2.1	13%	1.3233	24%	8622	5422	13712
PNM_5	1507	609	0.4042	11%	1.9	4%	1.9428	13%	12660	9840	16287
PNM_6	1456	1	0.0007	100%	1.0	0%	0.0017	100%	11	2	58
PNM_7	1443	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PNM_8	1369	567	0.4143	16%	2.8	10%	2.9155	21%	18997	12502	28866

Session	Effort (km)	sightings	Encounter_rate	cv	mean_group	cv	Density	cv	Abund.Relative	Inf.	Sup. (95%)
<b>Fou de Bassan</b>											
PNM_1	1427	48	0.0336	21%	1.5	24%	0.1296	33%	845	444	1608
PNM_2	1421	49	0.0345	22%	1.3	7%	0.1108	26%	722	439	1189
PNM_3	1388	55	0.0396	28%	1.2	6%	0.1153	30%	751	419	1346
PNM_4	1217	211	0.1734	20%	2.2	17%	0.9616	28%	6266	3661	10725
PNM_5	1507	215	0.1427	18%	2.4	37%	0.8545	40%	5568	2608	11884
PNM_6	1456	50	0.0343	21%	1.3	10%	0.1116	24%	727	452	1171
PNM_7	1443	98	0.0679	17%	1.6	13%	0.2668	22%	1738	1131	2671
PNM_8	1369	286	0.2090	14%	2.2	19%	1.1289	27%	7356	4344	12458
<b>Goélands noir</b>											
PNM_1	1427	22	0.0154	26%	3.9	35%	0.1489	45%	970	416	2262
PNM_2	1421	28	0.0197	27%	1.1	5%	0.0545	28%	355	205	617
PNM_3	1388	19	0.0137	26%	2.7	51%	0.0919	65%	599	184	1949
PNM_4	1217	21	0.0173	29%	4.3	54%	0.1870	61%	1218	400	3708
PNM_5	1507	21	0.0139	25%	1.6	21%	0.0564	34%	368	192	705
PNM_6	1456	12	0.0082	31%	1.0	0%	0.0206	32%	134	72	249
PNM_7	1443	11	0.0076	53%	1.1	5%	0.0208	56%	135	48	383
PNM_8	1369	14	0.0102	26%	1.4	24%	0.0347	41%	226	103	494
<b>Goélands gris</b>											
PNM_1	1427	78	0.0547	17%	2.8	26%	0.3871	31%	2523	1376	4624
PNM_2	1421	105	0.0739	16%	2.1	28%	0.3958	31%	2579	1421	4682
PNM_3	1388	56	0.0404	19%	5.4	47%	0.5405	56%	3522	1246	9949
PNM_4	1217	45	0.0370	21%	4.1	38%	0.3760	47%	2450	1002	5994
PNM_5	1507	60	0.0398	18%	2.3	19%	0.2273	27%	1481	877	2501
PNM_6	1456	94	0.0646	15%	1.7	16%	0.2730	24%	1779	1116	2835
PNM_7	1443	103	0.0714	14%	2.5	28%	0.4383	33%	2856	1525	5348
PNM_8	1369	31	0.0227	24%	1.5	24%	0.0877	42%	571	256	1274
<b>Goélands indéterminés</b>											
PNM_1	1427	24	0.0168	27%	8.6	49%	0.3626	57%	2363	828	6746
PNM_2	1421	46	0.0324	20%	3.0	38%	0.2410	44%	1570	680	3626
PNM_3	1388	48	0.0346	22%	9.6	55%	0.8287	59%	5400	1834	15895
PNM_4	1217	8	0.0066	39%	1.6	30%	0.0267	47%	174	72	420
PNM_5	1507	15	0.0100	27%	2.8	42%	0.0697	55%	454	163	1261
PNM_6	1456	157	0.1078	19%	3.7	15%	1.0080	28%	6568	3790	11382
PNM_7	1443	83	0.0575	16%	4.2	33%	0.6011	35%	3917	1997	7682
PNM_8	1369	45	0.0329	17%	1.8	12%	0.1443	21%	940	626	1413
<b>Mouettes (toutes espèces confondues)</b>											
PNM_1	1427	116	0.0813	16%	2.0	9%	0.3977	20%	2591	1738	3863
PNM_2	1421	65	0.0457	18%	2.3	14%	0.2621	24%	1708	1063	2745
PNM_3	1388	121	0.0872	17%	4.9	45%	1.0647	51%	6938	2686	17917
PNM_4	1217	89	0.0732	13%	1.8	16%	0.3288	22%	2142	1394	3292
PNM_5	1507	71	0.0471	15%	3.1	46%	0.3667	46%	2389	997	5724
PNM_6	1456	31	0.0213	23%	2.3	16%	0.1202	31%	783	433	1417

Session	Effort (km)	sightings	Encounter_rate	cv	mean_group	cv	Density	cv	Abund.Relative	Inf.	Sup.(95%)
PNM_7	1443	138	0.0956	16%	3.7	49%	0.8887	55%	5791	2093	16021
PNM_8	1369	338	0.2470	21%	7.0	35%	4.3385	38%	28270	13546	58998
<b>Mouette tridactyle</b>											
PNM_1	1427	23	0.0161	27%	1.6	26%	0.0648	34%	422	219	814
PNM_2	1421	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PNM_3	1388	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PNM_4	1217	19	0.0156	31%	1.3	8%	0.0493	34%	321	167	619
PNM_5	1507	35	0.0232	21%	1.5	26%	0.0896	32%	584	318	1073
PNM_6	1456	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PNM_7	1443	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PNM_8	1369	48	0.0351	35%	1.8	15%	0.1553	39%	1012	477	2144
<b>Mouette pygmée</b>											
PNM_1	1427	18	0.0126	49%	3.1	14%	0.0981	52%	639	243	1684
PNM_2	1421	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PNM_3	1388	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PNM_4	1217	1	0.0008	100%	6.0	0%	0.0123	101%	80	15	421
PNM_5	1507	2	0.0013	101%	1.0	0%	0.0033	101%	22	4	114
PNM_6	1456	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PNM_7	1443	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PNM_8	1369	151	0.1103	36%	5.0	14%	1.3792	44%	8987	3938	20509
<b>Mouettes rieuse et mélanocéphale</b>											
PNM_1	1427	12	0.0084	53%	1.8	21%	0.0385	69%	251	73	861
PNM_2	1421	7	0.0049	47%	2.0	25%	0.0246	58%	160	55	466
PNM_3	1388	4	0.0029	50%	1.0	0%	0.0072	51%	47	18	121
PNM_4	1217	31	0.0255	25%	2.1	23%	0.1315	35%	857	438	1676
PNM_5	1507	4	0.0027	49%	1.0	0%	0.0066	50%	43	17	109
PNM_6	1456	3	0.0021	74%	1.7	19%	0.0086	83%	56	13	234
PNM_7	1443	15	0.0104	37%	1.5	10%	0.0398	42%	260	118	571
PNM_8	1369	41	0.0300	32%	1.3	9%	0.0968	36%	631	319	1249
<b>Sternes</b>											
PNM_1	1427	34	0.0238	32%	1.4	12%	0.0823	39%	536	254	1133
PNM_2	1421	43	0.0303	29%	2.1	18%	0.1601	36%	1043	519	2098
PNM_3	1388	95	0.0685	21%	2.1	19%	0.3603	29%	2348	1349	4085
PNM_4	1217	5	0.0041	60%	5.0	55%	0.0514	86%	335	77	1456
PNM_5	1507	9	0.0060	39%	1.3	15%	0.0199	44%	130	57	297
PNM_6	1456	25	0.0172	25%	1.7	20%	0.0721	33%	470	249	888
PNM_7	1443	83	0.0575	20%	1.7	13%	0.2460	26%	1603	972	2643
PNM_8	1369	10	0.0073	49%	3.1	61%	0.0566	68%	369	109	1254
<b>Méduses</b>											
PNM_1	1427	162	0.1135	36%	2.8	27%	0.7901	43%	5148	2274	11653
PNM_2	1421	89	0.0626	22%	4.4	19%	0.6861	33%	4470	2351	8499
PNM_3	1388	258	0.1859	20%	12.9	24%	6.0189	33%	39219	20894	73618

Session	Effort (km)	sightings	Encounter_rate	cv	mean_group	cv	Density	cv	Abund.Relative	Inf.	Sup. (95%)
PNM_4	1217	159	0.1307	28%	4.7	17%	1.5246	37%	9935	4883	20211
PNM_5	1507	366	0.2429	23%	3.0	13%	1.8350	27%	11957	7019	20368
PNM_6	1456	219	0.1504	22%	8.1	24%	3.0291	38%	19737	9539	40840
PNM_7	1443	516	0.3576	20%	7.7	18%	6.9121	30%	45039	25025	81058
PNM_8	1369	188	0.1374	26%	2.1	16%	0.7325	36%	4773	2393	9521
<b>Déchets (toutes catégories)</b>											
PNM_1	1427	226	0.1584	14%	1.4	9%	0.5658	0.1765	3687	2606	5216
PNM_2	1421	188	0.1323	13%	1.3	9%	0.4204	0.1575	2740	2010	3734
PNM_3	1388	178	0.1283	13%	1.2	5%	0.3927	0.138	2559	1950	3358
PNM_4	1217	86	0.0707	13%	1.1	6%	0.1931	0.1568	1259	924	1714
PNM_5	1507	234	0.1553	15%	1.7	14%	0.662	0.2606	4314	2598	7162
PNM_6	1456	172	0.1181	10%	1.2	4%	0.3503	0.1197	2283	1803	2890
PNM_7	1443	172	0.1192	10%	1.1	3%	0.3343	0.1098	2179	1755	2705
PNM_8	1369	97	0.0709	17%	1.2	4%	0.2101	0.1969	1369	930	2015
<b>Bouées de pêche</b>											
PNM_1	1427	49	0.0343	19%	1.1	5%	0.0981	0.2073	639	426	959
PNM_2	1421	70	0.0493	19%	1.2	8%	0.146	0.2454	951	590	1535
PNM_3	1388	99	0.0713	21%	1.3	5%	0.2234	0.223	1456	942	2250
PNM_4	1217	39	0.0321	22%	1.3	9%	0.1027	0.2607	669	403	1113
PNM_5	1507	44	0.0292	23%	1.1	7%	0.0796	0.2342	519	329	819
PNM_6	1456	60	0.0412	21%	1.2	5%	0.1236	0.2186	806	525	1235
PNM_7	1443	98	0.0679	20%	1.2	4%	0.2027	0.2078	1321	879	1983
PNM_8	1369	42	0.0307	23%	1.3	9%	0.1005	0.2602	655	394	1087

Annexe 5. Résultats des estimations CDS sur l'étendue dur la ZPS Pertuis charentais- Rochebonne

Session	Effort (km)	sightings	Encounter_rate	cv	mean_group	cv	Density	cv	Abund.Relative	Inf.	Sup. (95%)	
<b>Dauphin commun (et petits delphininés non identifiés)</b>												
ZPS_1	1 826	65	0.0356	23%	6.9	27%	0.6328	37%	5 172	2 548	10 499	
ZPS_2	1 849	13	0.0070	30%	4.0	10%	0.0725	34%	593	311	1 131	
ZPS_3	1 732	11	0.0064	33%	8.3	14%	0.1355	36%	1 108	555	2 210	
ZPS_4	1 585	7	0.0044	39%	4.1	54%	0.0472	61%	386	128	1 160	
ZPS_5	1 959	85	0.0434	19%	5.2	11%	0.5832	24%	4 767	3 024	7 517	
ZPS_6	1 923	15	0.0078	31%	10.9	42%	0.2186	49%	1 787	714	4 470	
ZPS_7	1 864	14	0.0075	36%	8.4	20%	0.1619	35%	1 323	685	2 555	
ZPS_8	1 939	8	0.0041	54%	7.5	44%	0.0798	60%	652	221	1 924	
<b>Marsouin commun</b>												
ZPS_1	1 826	28	0.0153	25%	1.5	9%	0.0758	27%	619	365	1 050	
ZPS_2	1 849	6	0.0032	40%	1.0	0%	0.0104	41%	85	39	185	
ZPS_3	1 732	1	0.0006	100%	1.0	0%	0.0019	100%	15	3	77	
ZPS_4	1 585	7	0.0044	47%	3.3	58%	0.0467	69%	382	113	1 291	
ZPS_5	1 959	17	0.0087	29%	2.0	24%	0.0558	43%	456	202	1 030	
ZPS_6	1 923	18	0.0094	30%	1.6	7%	0.0468	34%	383	199	738	
ZPS_7	1 864	3	0.0016	57%	2.3	12%	0.0121	58%	99	34	285	
ZPS_8	1 939	1	0.0005	100%	1.0	0%	0.0017	100%	14	3	70	
<b>Grand dauphin</b>												
ZPS_1	1 826	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ZPS_2	1 849	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ZPS_3	1 732	12	0.0069	36%	2.6	10%	0.0423	43%	346	154	777	
ZPS_4	1 585	2	0.0013	70%	4.0	53%	0.0119	90%	98	21	442	
ZPS_5	1 959	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ZPS_6	1 923	4	0.0021	60%	7.5	13%	0.0369	60%	301	102	894	
ZPS_7	1 864	6	0.0032	46%	2.2	12%	0.0165	53%	135	51	358	
ZPS_8	1 939	7	0.0036	61%	2.4	62%	0.0207	71%	169	48	594	
<b>Alcidés</b>												
ZPS_1	1 826	1520	0.8324	10%	2.9	6%	5.9855	13%	#####	37783	63 354	
ZPS_2	1 849	5	0.0027	66%	2.4	19%	0.0162	77%	133	34	514	
ZPS_3	1 732	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ZPS_4	1 585	521	0.3288	17%	2.1	8%	1.7527	20%	#####	9701	21 157	
ZPS_5	1 959	985	0.5028	7%	2.1	5%	2.6977	9%	#####	18592	26 152	
ZPS_6	1 923	1	0.0005	101%	1.0	0%	0.0013	101%	11	2	56	
ZPS_7	1 864	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ZPS_8	1 939	657	0.3388	16%	2.7	8%	2.3067	20%	#####	12644	28 116	

Session	Effort (km)	sightings	Encounter_rate	cv	mean_group	cv	Density	cv	Abund.Relative	Inf.	Sup. (95%)
<b>Fou de Bassan</b>											
ZPS_1	1 826	247	0.1353	17%	3.1	29%	1.0405	41%	8 505	3900	18 548
ZPS_2	1 849	65	0.0351	19%	1.2	6%	0.1068	21%	873	578	1 318
ZPS_3	1 732	57	0.0329	25%	1.2	6%	0.0953	28%	779	453	1 337
ZPS_4	1 585	301	0.1899	13%	2.1	13%	0.9844	21%	8 047	5288	12 244
ZPS_5	1 959	501	0.2557	16%	2.3	19%	1.4433	24%	#####	7409	18 784
ZPS_6	1 923	50	0.0260	16%	1.2	9%	0.0754	18%	616	429	885
ZPS_7	1 864	131	0.0703	15%	1.7	10%	0.2924	19%	2 390	1647	3 467
ZPS_8	1 939	615	0.3172	11%	2.3	9%	1.8154	15%	#####	11025	19 974
<b>Goélands noir</b>											
ZPS_1	1 826	25	0.0137	22%	3.5	34%	0.1205	43%	985	438	2 215
ZPS_2	1 849	29	0.0157	27%	1.2	9%	0.0460	28%	376	217	651
ZPS_3	1 732	24	0.0139	23%	2.3	48%	0.0808	60%	661	221	1 977
ZPS_4	1 585	19	0.0120	32%	4.9	52%	0.1467	59%	1 199	405	3 553
ZPS_5	1 959	24	0.0123	28%	1.8	18%	0.0561	38%	459	221	954
ZPS_6	1 923	12	0.0062	31%	1.0	0%	0.0156	32%	128	69	234
ZPS_7	1 864	13	0.0070	47%	1.1	5%	0.0188	50%	153	60	391
ZPS_8	1 939	18	0.0093	28%	1.6	18%	0.0374	40%	306	144	650
<b>Goélands gris</b>											
ZPS_1	1 826	82	0.0449	16%	3.3	27%	0.3696	31%	3 021	1671	5 465
ZPS_2	1 849	104	0.0562	17%	5.2	58%	0.7246	59%	5 923	2006	17 490
ZPS_3	1 732	58	0.0335	19%	5.3	47%	0.4431	55%	3 622	1305	10 049
ZPS_4	1 585	43	0.0271	21%	4.0	41%	0.2698	51%	2 205	849	5 729
ZPS_5	1 959	46	0.0235	19%	3.2	26%	0.1876	32%	1 533	826	2 848
ZPS_6	1 923	75	0.0390	17%	1.9	18%	0.1833	27%	1 498	888	2 528
ZPS_7	1 864	75	0.0402	19%	2.9	32%	0.2937	39%	2 401	1143	5 041
ZPS_8	1 939	27	0.0139	20%	1.9	37%	0.0658	41%	538	246	1 174
<b>Goélands indéterminés</b>											
ZPS_1	1 826	27	0.0148	24%	20.5	47%	0.7585	57%	6 200	2149	17 883
ZPS_2	1 849	34	0.0184	22%	1.8	21%	0.0811	35%	663	338	1 300
ZPS_3	1 732	49	0.0283	22%	7.4	65%	0.5268	69%	4 306	1243	14 911
ZPS_4	1 585	5	0.0032	54%	1.8	42%	0.0142	63%	116	37	364
ZPS_5	1 959	13	0.0066	31%	5.6	41%	0.0932	52%	761	292	1 988
ZPS_6	1 923	96	0.0499	16%	2.9	24%	0.3653	29%	2 986	1714	5 201
ZPS_7	1 864	86	0.0461	17%	4.4	30%	0.5030	34%	4 111	2145	7 879
ZPS_8	1 939	57	0.0294	15%	7.9	54%	0.5789	56%	4 732	1694	13 222
<b>Mouettes (toutes espèces confondues)</b>											
ZPS_1	1 826	277	0.1517	12%	2.0	10%	0.7694	17%	6 289	4542	8 709
ZPS_2	1 849	56	0.0303	22%	2.4	15%	0.1798	28%	1 470	861	2 509
ZPS_3	1 732	80	0.0462	19%	5.7	57%	0.6624	63%	5 415	1716	17 085
ZPS_4	1 585	170	0.1073	17%	2.1	8%	0.5616	21%	4 591	3036	6 942
ZPS_5	1 959	309	0.1577	12%	2.6	17%	1.0209	23%	8 345	5367	12 975
ZPS_6	1 923	24	0.0125	29%	2.3	18%	0.0728	37%	595	295	1 200

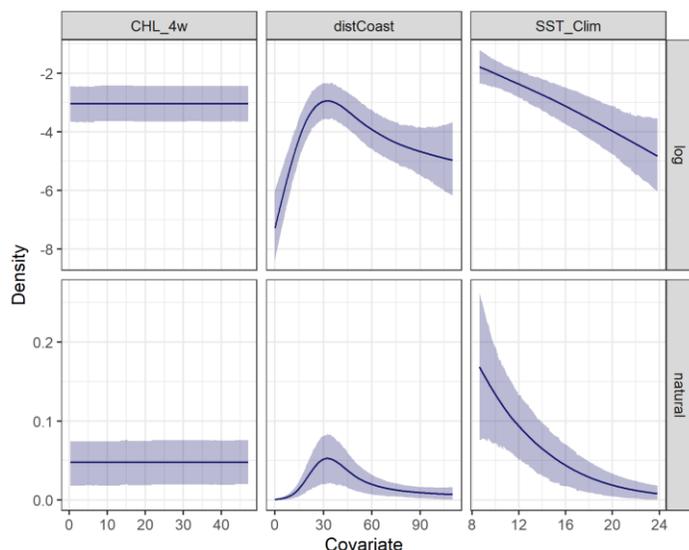
Session	Effort (km)	sightings	Encounter_rate	cv	mean_group	cv	Density	cv	Abund.Relative	Inf.	Sup. (95%)
ZPS_7	1 864	105	0.0563	20%	1.9	11%	0.2696	25%	2 204	1355	3 585
ZPS_8	1 939	661	0.3409	17%	3.7	12%	3.1809	19%	#####	17924	37 716
<b>Mouette tridactyle</b>											
ZPS_1	1 826	124	0.0679	21%	2.1	16%	0.3560	29%	2 910	1646	5 144
ZPS_2	1 849	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZPS_3	1 732	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZPS_4	1 585	81	0.0511	17%	2.3	13%	0.2950	21%	2 411	1603	3 627
ZPS_5	1 959	133	0.0679	14%	1.5	10%	0.2514	15%	2 055	1529	2 761
ZPS_6	1 923	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZPS_7	1 864	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZPS_8	1 939	172	0.0887	24%	2.1	13%	0.4642	24%	3 794	2388	6 027
<b>Mouette pygmée</b>											
ZPS_1	1 826	25	0.0137	47%	2.4	16%	0.0808	50%	660	256	1 700
ZPS_2	1 849	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZPS_3	1 732	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZPS_4	1 585	38	0.0240	59%	2.2	6%	0.1309	60%	1 070	359	3 193
ZPS_5	1 959	86	0.0439	26%	3.1	16%	0.3407	36%	2 785	1392	5 574
ZPS_6	1 923	2	0.0010	70%	2.0	0%	0.0052	70%	43	12	148
ZPS_7	1 864	2	0.0011	98%	1.5	0%	0.0040	98%	33	6	167
ZPS_8	1 939	265	0.1367	25%	4.1	13%	1.3938	32%	#####	6089	21 316
<b>Mouettes rieuse et mélanocéphale</b>											
ZPS_1	1 826	12	0.0066	54%	1.8	21%	0.0301	70%	246	71	859
ZPS_2	1 849	4	0.0022	61%	1.5	12%	0.0081	63%	66	21	210
ZPS_3	1 732	2	0.0012	71%	1.0	0%	0.0029	71%	24	7	84
ZPS_4	1 585	19	0.0120	33%	1.7	32%	0.0505	47%	413	169	1 005
ZPS_5	1 959	5	0.0026	43%	1.0	0%	0.0064	44%	52	23	121
ZPS_6	1 923	1	0.0005	100%	3.0	0%	0.0039	101%	32	6	168
ZPS_7	1 864	12	0.0064	41%	1.8	13%	0.0282	45%	230	98	539
ZPS_8	1 939	38	0.0196	32%	1.3	9%	0.0632	33%	516	272	982
<b>Sternes</b>											
ZPS_1	1 826	32	0.0175	33%	1.9	25%	0.0849	43%	694	305	1 580
ZPS_2	1 849	25	0.0135	33%	1.9	20%	0.0635	40%	519	244	1 105
ZPS_3	1 732	68	0.0393	26%	1.9	20%	0.1847	29%	1 510	857	2 660
ZPS_4	1 585	7	0.0044	50%	1.1	10%	0.0126	52%	103	39	273
ZPS_5	1 959	5	0.0026	52%	1.0	0%	0.0064	53%	52	20	139
ZPS_6	1 923	18	0.0094	31%	1.9	24%	0.0442	40%	361	168	777
ZPS_7	1 864	55	0.0295	24%	1.5	11%	0.1100	29%	899	508	1 590
ZPS_8	1 939	11	0.0057	46%	2.9	59%	0.0413	67%	337	102	1 119
<b>Grand labbe</b>											
ZPS_1	1 826	14	0.0077	24%	1.0	0%	0.0192	26%	157	94	261
ZPS_2	1 849	18	0.0097	32%	1.1	5%	0.0270	35%	221	112	436
ZPS_3	1 732	4	0.0023	60%	1.0	0%	0.0058	60%	47	16	142
ZPS_4	1 585	21	0.0133	25%	1.0	5%	0.0347	26%	284	170	474

Session	Effort (km)	sightings	Encounter_rate	cv	mean_group	cv	Density	cv	Abund.Relative	Inf.	Sup. (95%)
ZPS_5	1 959	24	0.0123	21%	1.0	4%	0.0319	24%	261	163	417
ZPS_6	1 923	6	0.0031	41%	1.0	0%	0.0078	42%	64	29	141
ZPS_7	1 864	3	0.0016	57%	1.0	0%	0.0040	58%	33	11	96
ZPS_8	1 939	24	0.0124	22%	1.0	0%	0.0309	24%	253	158	405
<b>Procellariidés</b>											
ZPS_1	1 826	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZPS_2	1 849	15	0.0081	33%	2.3	31%	0.0460	51%	376	145	971
ZPS_3	1 732	4	0.0023	60%	1.5	20%	0.0087	71%	71	20	249
ZPS_4	1 585	2	0.0013	97%	1.0	0%	0.0032	98%	26	5	131
ZPS_5	1 959	4	0.0020	49%	1.3	17%	0.0064	53%	52	19	140
ZPS_6	1 923	12	0.0062	30%	1.2	8%	0.0182	34%	149	78	285
ZPS_7	1 864	33	0.0177	25%	1.5	19%	0.0657	32%	537	288	1 002
ZPS_8	1 939	28	0.0144	32%	3.0	38%	0.1070	55%	875	319	2 402
<b>Petits puffins</b>											
ZPS_1	1 826	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZPS_2	1 849	15	0.0081	33%	2.3	31%	0.0460	52%	376	143	985
ZPS_3	1 732	3	0.0017	74%	1.7	19%	0.0072	83%	59	14	248
ZPS_4	1 585	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZPS_5	1 959	4	0.0020	49%	1.3	17%	0.0064	54%	52	19	142
ZPS_6	1 923	10	0.0052	33%	1.2	9%	0.0156	39%	128	61	266
ZPS_7	1 864	6	0.0032	46%	1.2	11%	0.0094	53%	77	29	204
ZPS_8	1 939	16	0.0083	42%	4.3	35%	0.0890	66%	727	222	2 384
<b>Océanites</b>											
ZPS_1	1 826	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZPS_2	1 849	23	0.0124	22%	1.3	15%	0.0392	26%	320	194	528
ZPS_3	1 732	14	0.0081	46%	2.1	10%	0.0419	50%	342	135	869
ZPS_4	1 585	34	0.0215	33%	2.1	25%	0.1152	38%	941	455	1 946
ZPS_5	1 959	5	0.0026	44%	1.6	34%	0.0102	56%	83	30	235
ZPS_6	1 923	5	0.0026	43%	1.0	0%	0.0065	43%	53	23	121
ZPS_7	1 864	113	0.0606	17%	2.0	13%	0.3031	24%	2 478	1550	3 960
ZPS_8	1 939	147	0.0758	21%	2.7	16%	0.5170	28%	4 226	2438	7 326
<b>Méduses</b>											
ZPS_1	1 826	123	0.0674	34%	3.0	32%	0.5011	49%	4 096	1638	10 243
ZPS_2	1 849	84	0.0454	25%	4.7	18%	0.5326	34%	4 354	2259	8 390
ZPS_3	1 732	191	0.1103	23%	14.5	28%	3.9976	38%	#####	15828	67 457
ZPS_4	1 585	101	0.0637	34%	4.9	23%	0.7762	49%	6 344	2528	15 925
ZPS_5	1 959	305	0.1557	27%	2.6	15%	1.0260	33%	8 386	4427	15 885
ZPS_6	1 923	218	0.1134	23%	8.1	24%	2.3061	39%	#####	8968	39 619
ZPS_7	1 864	492	0.2640	24%	8.0	18%	5.2831	33%	#####	23026	80 987
ZPS_8	1 939	161	0.0830	32%	2.3	16%	0.4784	40%	3 910	1816	8 419

Session	Effort (km)	sightings	Encounter_rate	cv	mean_group	cv	Density	cv	Abund.Relative	Inf.	Sup. (95%)
<b>Déchets (toutes catégories)</b>											
ZPS_1	1 826	273	0.1495	11%	1.2	5%	0.4559	13%	3 727	2876	4 828
ZPS_2	1 849	324	0.1752	9%	1.1	4%	0.5015	11%	4 100	3302	5 091
ZPS_3	1 732	274	0.1582	9%	1.2	3%	0.4575	10%	3 739	3054	4 579
ZPS_4	1 585	170	0.1073	11%	1.1	5%	0.2903	12%	2 373	1863	3 022
ZPS_5	1 959	323	0.1649	12%	1.5	13%	0.6074	22%	4 965	3233	7 626
ZPS_6	1 923	359	0.1867	10%	1.3	7%	0.5902	13%	4 824	3737	6 227
ZPS_7	1 864	247	0.1325	9%	1.1	3%	0.3742	10%	3 059	2516	3 719
ZPS_8	1 939	132	0.0681	15%	1.1	3%	0.1947	17%	1 591	1150	2 202
<b>Bouées de pêche</b>											
ZPS_1	1 826	46	0.0252	20%	1.2	5%	0.0739	22%	604	392	931
ZPS_2	1 849	64	0.0346	20%	1.2	8%	0.1027	26%	840	504	1 400
ZPS_3	1 732	97	0.0560	20%	1.3	7%	0.1818	21%	1 486	982	2 250
ZPS_4	1 585	36	0.0227	22%	1.2	7%	0.0678	25%	554	341	902
ZPS_5	1 959	32	0.0163	24%	1.0	3%	0.0421	25%	344	211	561
ZPS_6	1 923	57	0.0296	23%	1.2	5%	0.0871	25%	712	440	1 152
ZPS_7	1 864	89	0.0477	23%	1.2	5%	0.1475	23%	1 206	765	1 901
ZPS_8	1 939	49	0.0253	25%	1.2	7%	0.0748	25%	611	379	987

## Annexe 6. Résultats des Modélisations d'habitat

### Le marsouin

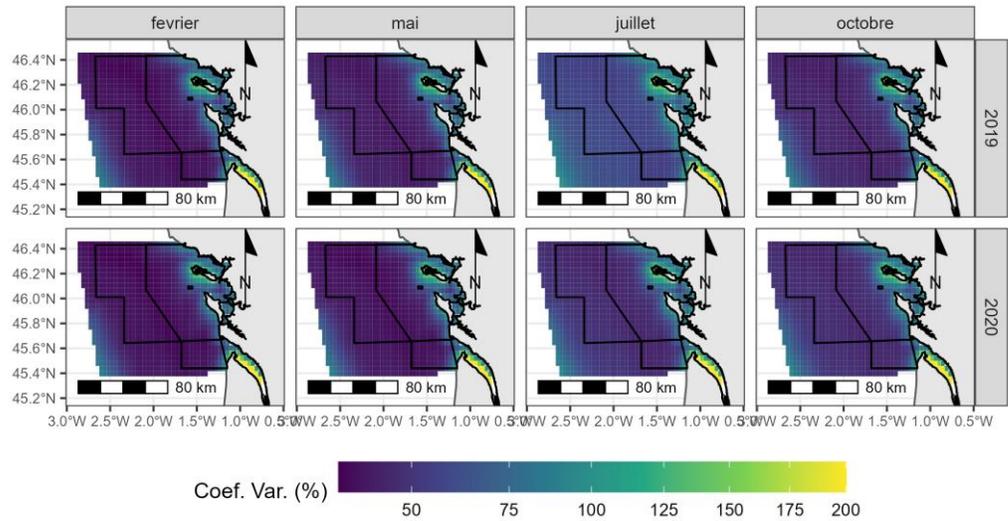


Inférence de l'habitat des marsouins à partir du modèle 1 (haut : échelle logarithmique en y ; bas : échelle naturelle en nombre d'individus par km<sup>2</sup>). Le modèle retenu estime une relation similaire pour toutes les sessions.

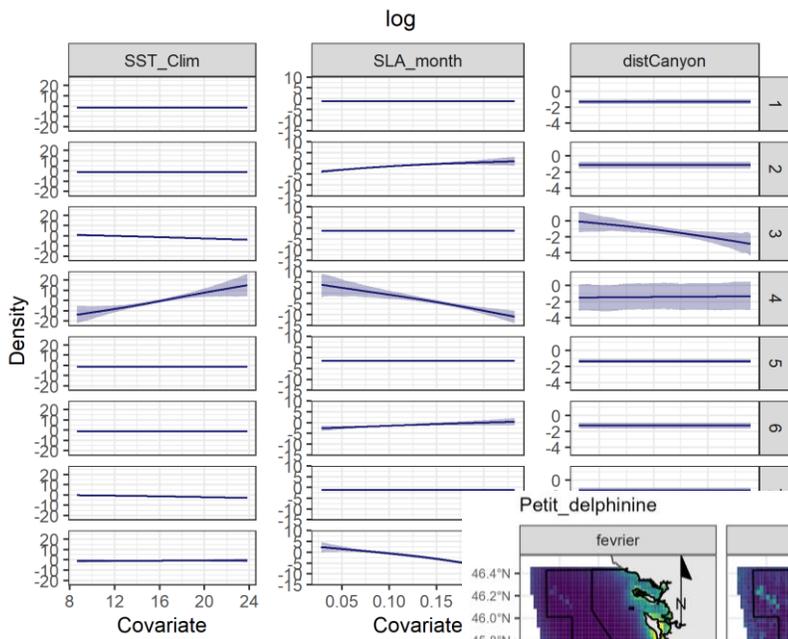
Abondances relatives prédites de marsouins dans la zone d'étude (moyenne des 5 meilleurs modèles). Les intervalles de confiance (borne inf. et sup.) sont à 80%.

Annee	Mois	Session	Saison	Moyenne	Erreur Standard	Borne Inf.	Borne Sup.
2019	1		Hiver	682	131	499	837
2019	2	1	Hiver	765	145	593	960
2019	3		Hiver	721	139	534	889
2019	4		Printemps	767	201	505	991
2019	5	2	Printemps	526	132	375	680
2019	6		Printemps	283	79	191	358
2019	7	3	Été	56	24	27	74
2019	8		Été	54	24	25	70
2019	9		Été	77	32	35	99
2019	10	4	Automne	234	72	142	304
2019	11		Automne	350	103	220	459
2019	12		Automne	480	146	268	621
2020	1		Hiver	593	126	430	741
2020	2	5	Hiver	668	137	494	839
2020	3		Hiver	626	132	440	764
2020	4		Printemps	721	164	497	901
2020	5	6	Printemps	493	114	358	626
2020	6		Printemps	271	82	173	359
2020	7		Été	167	50	108	221
2020	8	7	Été	159	49	91	200
2020	9		Été	229	71	130	289
2020	10	8	Automne	105	33	66	137
2020	11		Automne	157	48	96	195
2020	12		Automne	217	68	136	282

Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité de marsouins lors des 8 sessions de survol

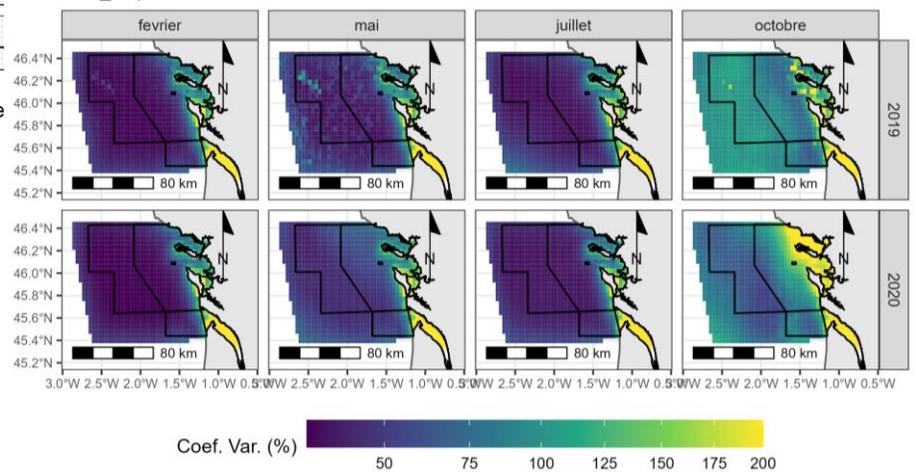


**Les petits delphininés**



Inférence de l'habitat des petits delphininés à partir du modèle 1 (échelle logarithmique en y). Sessions d'hiver : 1 et 5. Sessions de printemps : 2 et 6. Sessions d'été 3 et 7. Sessions d'hiver 4 et 8.

Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité de petits delphininés lors des 8 sessions de survol

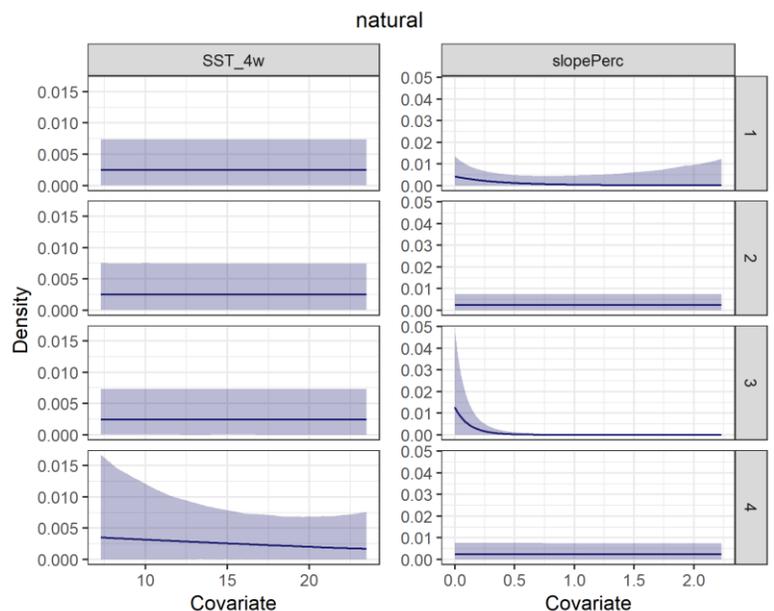


Abondances relatives prédites de petits delphininés dans la zone d'étude (moyenne des 5 meilleurs modèles). Les intervalles de confiance (borne inf. et sup.) sont à 80%.

Annee	Mois	Session	Saison	Moyenne	Erreur Standard	Borne Inf.	Borne Sup.
2019	1		Hiver	9551	1367	7782	11161
2019	2	1	Hiver	10444	1514	8267	12046
2019	3		Hiver	10132	1445	8275	11856
2019	4		Printemps	2401	440	1781	2850
2019	5	2	Printemps	2243	411	1692	2683
2019	6		Printemps	2390	437	1847	2911
2019	7	3	Été	3220	696	2323	4039
2019	8		Été	3031	666	2159	3752
2019	9		Été	4063	955	2788	5059
2019	10	4	Automne	8158	4273	2135	12655
2019	11		Automne	124	105	26	181
2019	12		Automne	74	214	0	90
2020	1		Hiver	9339	1375	7451	10902
2020	2	5	Hiver	10117	1541	8050	11888
2020	3		Hiver	9853	1465	7865	11525
2020	4		Printemps	6202	1057	4815	7309
2020	5	6	Printemps	5484	1285	3616	6703
2020	6		Printemps	5690	1233	3853	6822
2020	7		Été	3687	741	2665	4477
2020	8	7	Été	3550	734	2512	4288
2020	9		Été	4351	764	3369	5247
2020	10	8	Automne	7749	1904	5297	10241
2020	11		Automne	1075	456	487	1438
2020	12		Automne	345	384	50	470

### Le grand dauphin

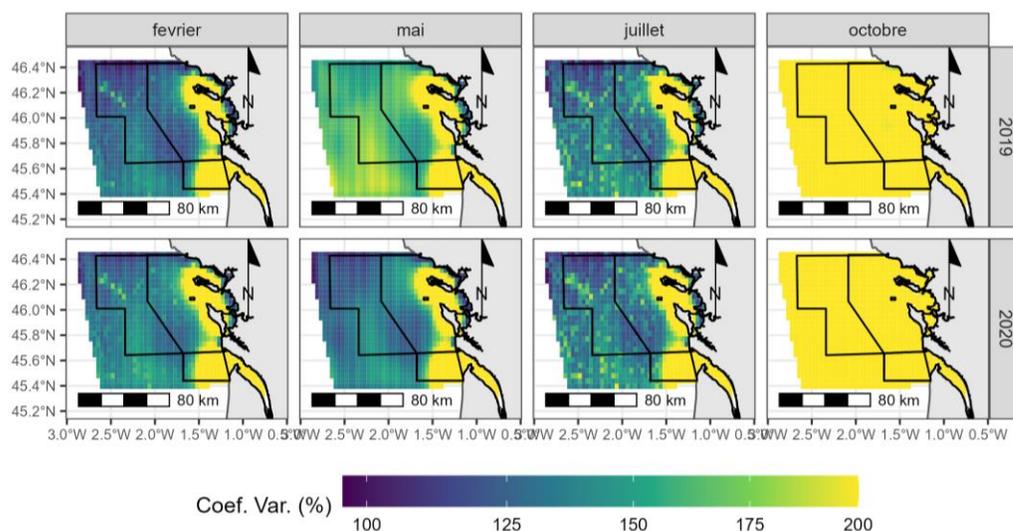
Inférence de l'habitat du grand dauphin à partir du modèle 1 (échelle naturelle en y). Hiver : 1. Printemps : 2. Été : 3. Hiver : 4.



Abondances relatives prédites de grands dauphins dans la zone d'étude (moyenne des 5 meilleurs modèles). Les intervalles de confiance (borne inf. et sup.) sont à 80%. La médiane est rapportée au lieu de la moyenne du fait de fortes variations des prédictions entre les différents modèles. MAD : Median Absolute Deviation.

Annee	Mois	Session	Saison	Mediane	MAD	Borne	Borne
2019	1		Hiver	698	322	272	1078
2019	2	1	Hiver	694	321	280	1090
2019	3		Hiver	696	321	276	1084
2019	4		Printemps	37	31	5	110
2019	5	2	Printemps	35	31	3	117
2019	6		Printemps	36	31	5	114
2019	7	3	Été	552	264	197	933
2019	8		Été	550	265	213	950
2019	9		Été	552	264	193	931
2019	10	4	Automne	274	286	21	1095
2019	11		Automne	274	284	21	1084
2019	12		Automne	273	284	25	1100
2020	1		Hiver	105	73	26	222
2020	2	5	Hiver	105	73	27	222
2020	3		Hiver	104	73	26	223
2020	4		Printemps	402	199	155	658
2020	5	6	Printemps	294	160	93	506
2020	6		Printemps	307	163	90	515
2020	7		Été	444	216	171	720
2020	8	7	Été	443	217	169	718
2020	9		Été	443	217	171	719
2020	10	8	Automne	483	517	42	1937
2020	11		Automne	477	506	42	1871
2020	12		Automne	477	507	42	1902

Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité de grand dauphin lors des 8 sessions de survol

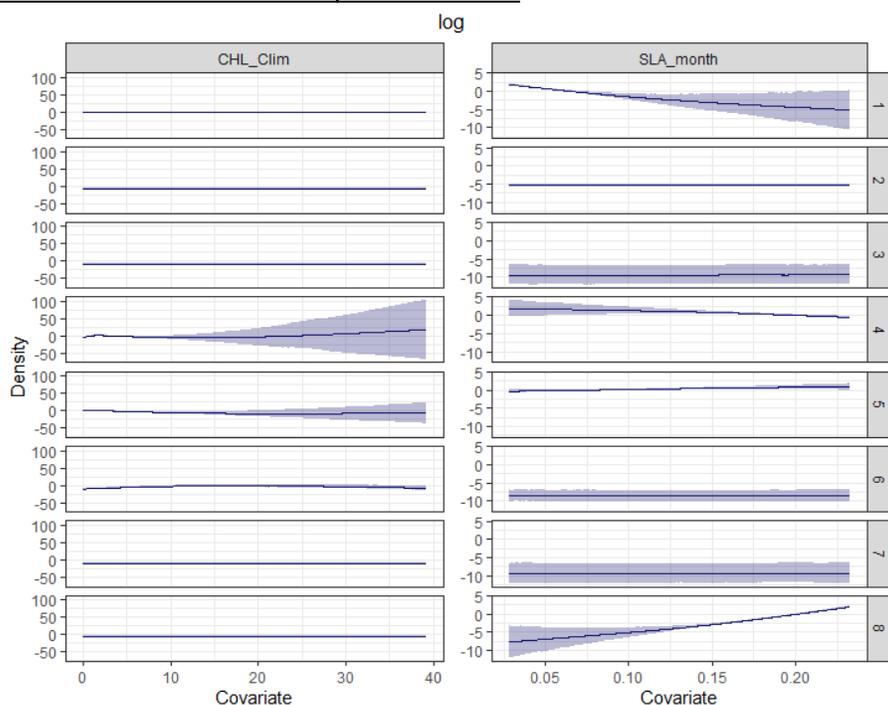


## Annexe 7. Résultats des Modélisations d'habitat pour les oiseaux

### Les Alcidés

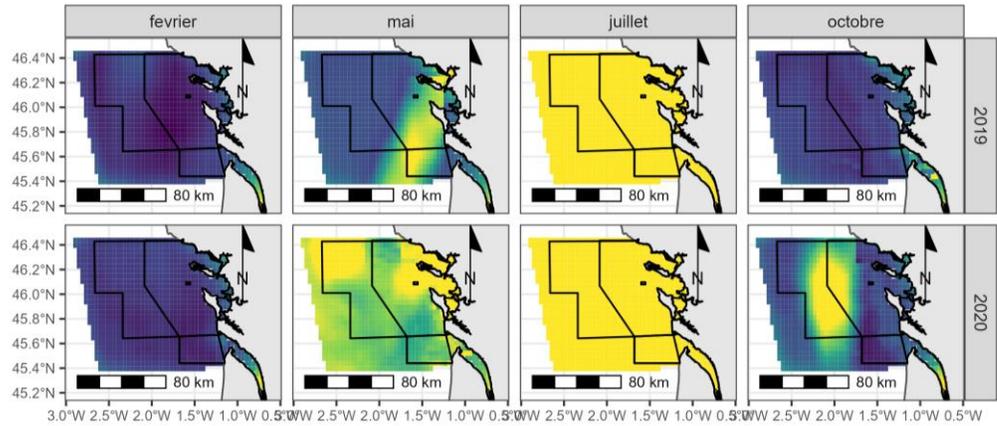
Inférence de l'habitat des alcidés à partir du modèle 1 (échelle logarithmique en y).

Abondances relatives prédites des alcidés dans la zone d'étude (moyenne des 5 meilleurs modèles). Les intervalles de confiance (borne inf. et sup.) sont à 80%.

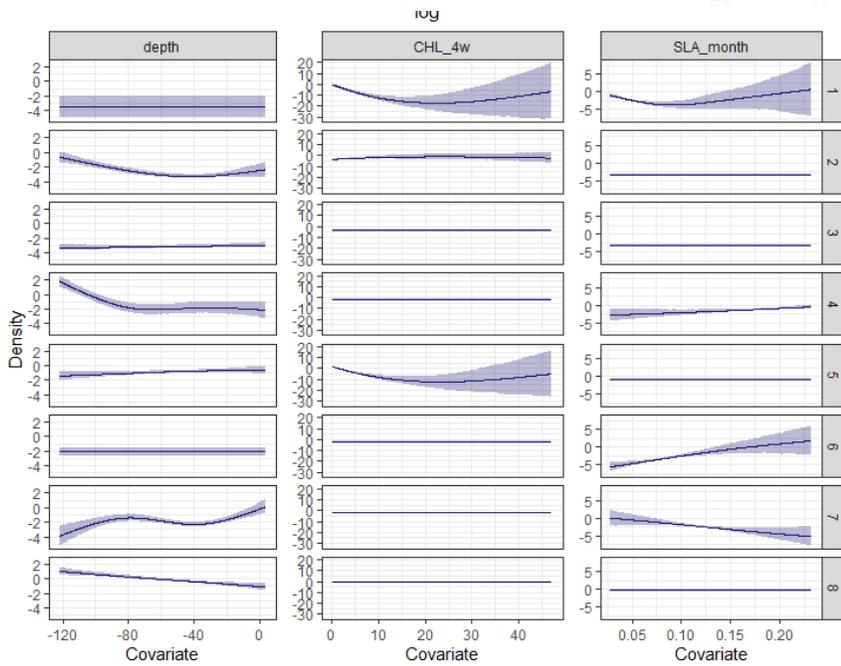
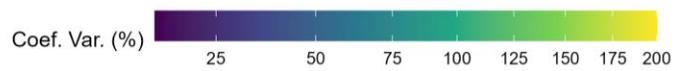


Annee	Mois	Session	Saison	Moyenne	Erreur Standard	Borne	Borne
2019	1		Hiver	101248	10029	88240	114053
2019	2	1	Hiver	45545	4668	39537	51290
2019	3		Hiver	66464	3573	61833	70772
2019	4		Printemps	439	427	159	600
2019	5	2	Printemps	448	694	103	538
2019	6		Printemps	173	38	122	212
2019	7	3	Été	55	310	0	29
2019	8		Été	62	338	0	33
2019	9		Été	37	161	0	26
2019	10	4	Automne	19249	3474	14520	23022
2019	11		Automne	24180	2410	21025	26965
2019	12		Automne	25631	2591	21690	28119
2020	1		Hiver	42910	5864	34563	49081
2020	2	5	Hiver	48931	9193	37178	58921
2020	3		Hiver	24044	1997	21421	26216
2020	4		Printemps	6436	11135	2	12595
2020	5	6	Printemps	165	492	3	115
2020	6		Printemps	1332	2863	7	1373
2020	7		Été	127	708	0	32
2020	8	7	Été	138	739	0	30
2020	9		Été	76	523	0	30
2020	10	8	Automne	23616	8034	13189	32919
2020	11		Automne	22005	1607	19617	23736
2020	12		Automne	71079	6566	63760	79511

Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité d'alcidés lors des 8 sessions de survol

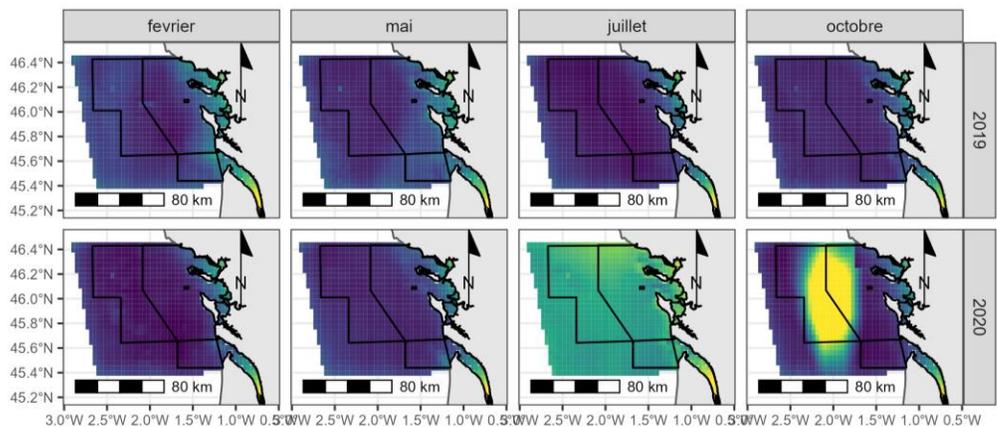


### Le fou de Bassan



Inférence de l'habitat des fous de Bassan à partir du modèle 1 (haut : échelle logarithmique en y).

Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité de fous de Bassan lors des 8 sessions de survol

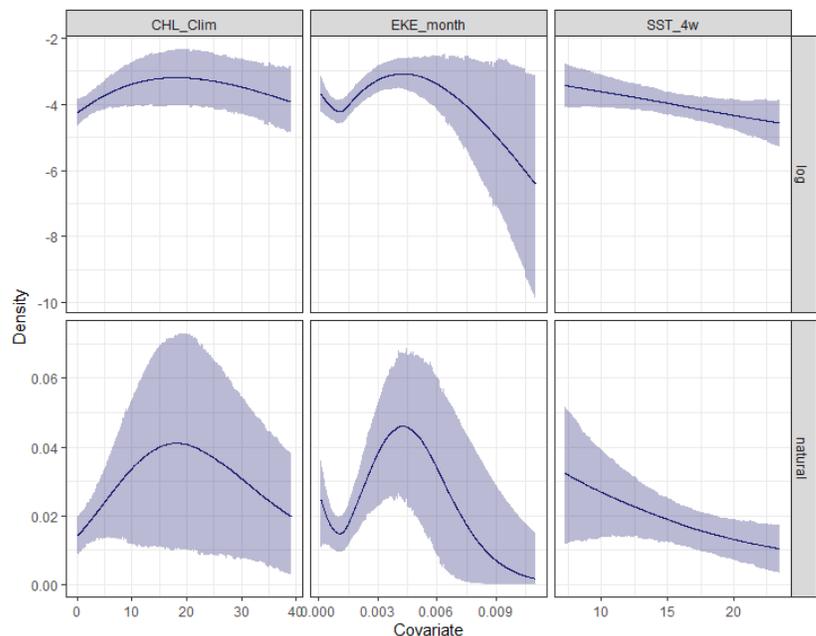


Abondances relatives prédites des fous de Bassan dans la zone d'étude (moyenne des 5 meilleurs modèles). Les intervalles de confiance (borne inf. et sup.) sont à 80%.

Année	Mois	Session	Saison	Moyenne	Erreur Standard	Borne	Borne
2019	1		Hiver	22903	2684	20266	26748
2019	2	1	Hiver	5636	623	4870	6280
2019	3		Hiver	9042	639	8244	9851
2019	4		Printemps	2021	293	1682	2395
2019	5	2	Printemps	1742	174	1506	1937
2019	6		Printemps	2088	394	1574	2411
2019	7	3	Été	1210	100	1089	1343
2019	8		Été	1193	98	1064	1314
2019	9		Été	1492	206	1190	1679
2019	10	4	Automne	11327	1034	9974	12406
2019	11		Automne	14059	911	12858	15089
2019	12		Automne	13183	833	11892	13947
2020	1		Hiver	15360	957	14277	16585
2020	2	5	Hiver	17178	1077	15730	18402
2020	3		Hiver	1512	300	1180	1818
2020	4		Printemps	4517	2732	1335	6576
2020	5	6	Printemps	832	83	728	929
2020	6		Printemps	858	561	557	938
2020	7		Été	8435	4874	3086	12209
2020	8	7	Été	4427	1168	3029	5533
2020	9		Été	5216	1146	3852	6454
2020	10	8	Automne	26532	2594	24012	30050
2020	11		Automne	23025	1286	21183	24490
2020	12		Automne	23378	1249	21731	24785

### Les goélands « noirs »

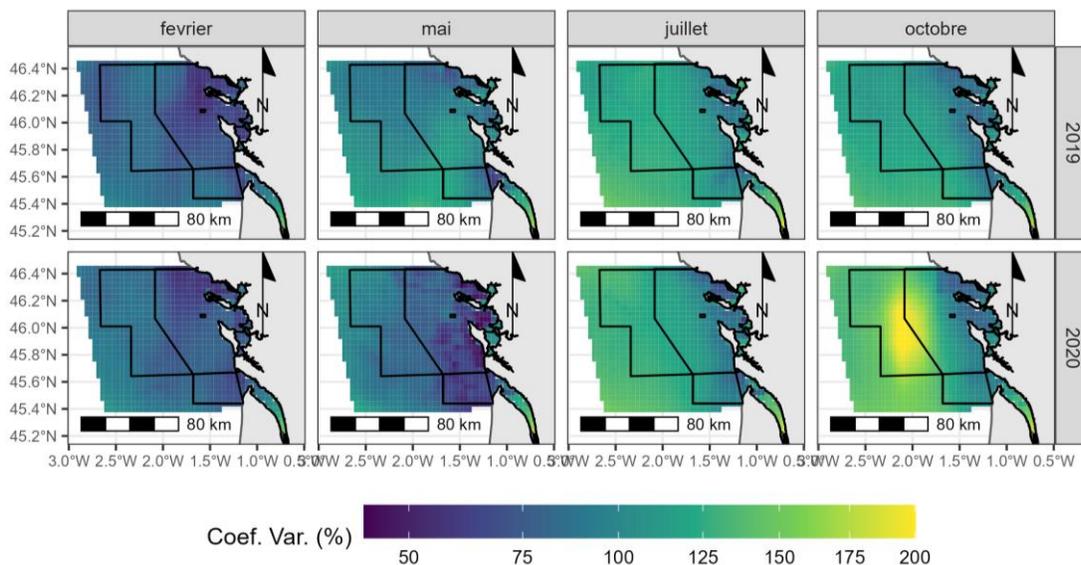
Inférence de l'habitat des goélands noirs à partir du modèle 1 (haut : échelle logarithmique en y ; bas : échelle naturelle en nombre d'individus par km<sup>2</sup>). Le modèle retenu estime une relation similaire pour toutes les sessions.



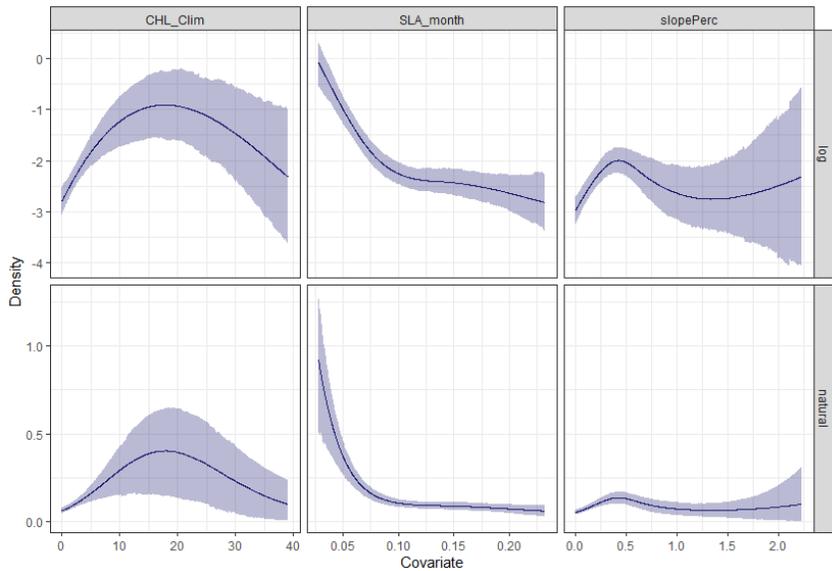
Abondances relatives prédites de goélands noirs dans la zone d'étude (moyenne des 5 meilleurs modèles). Les intervalles de confiance (borne inf. et sup.) sont à 80%. Il est important de noter les fortes erreurs standards associées aux prédictions de l'abondance.

Année	Mois	Session	Saison	Moyenne	Erreur Standard	Borne	Borne
2019	1		Hiver	2712	1248	1165	3774
2019	2	1	Hiver	2584	1165	1056	3473
2019	3		Hiver	2091	862	971	2707
2019	4		Printemps	1315	919	382	1811
2019	5	2	Printemps	1300	867	411	1796
2019	6		Printemps	1163	766	359	1555
2019	7	3	Été	1704	1380	371	2315
2019	8		Été	1699	1432	429	2309
2019	9		Été	1540	1277	390	2050
2019	10	4	Automne	1775	1275	432	2550
2019	11		Automne	2510	1666	732	3416
2019	12		Automne	2483	1621	682	3618
2020	1		Hiver	1850	833	835	2591
2020	2	5	Hiver	2178	1041	949	3121
2020	3		Hiver	1595	597	865	2180
2020	4		Printemps	831	673	190	1157
2020	5	6	Printemps	522	296	207	705
2020	6		Printemps	636	429	205	884
2020	7		Été	699	669	124	915
2020	8	7	Été	778	772	131	1002
2020	9		Été	783	799	138	981
2020	10	8	Automne	1314	1155	219	1764
2020	11		Automne	1048	840	281	1428
2020	12		Automne	1360	990	385	1781

Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité de goélands noirs lors des 8 sessions de survol



## Les goélands « gris »

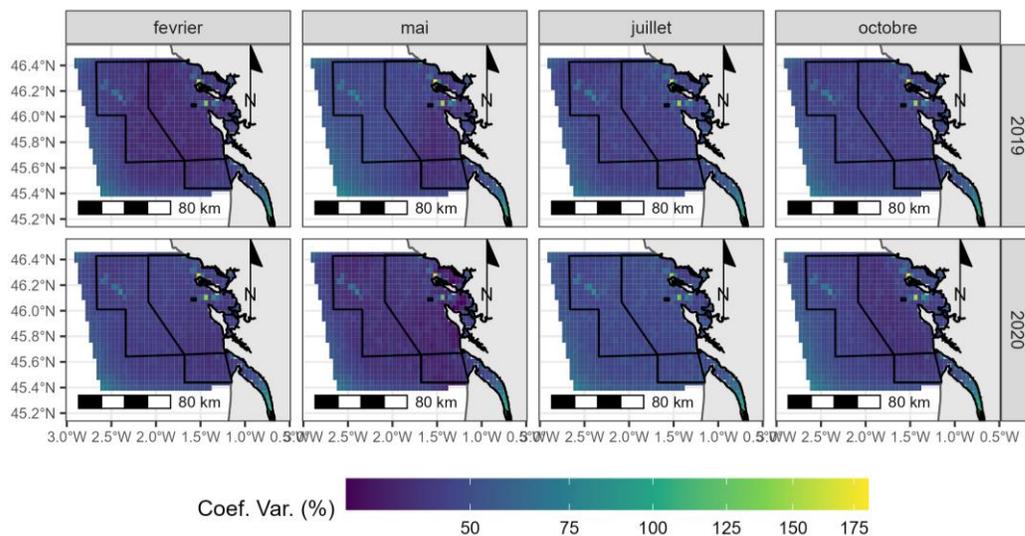


Inférence de l'habitat des goélands gris à partir du modèle 4 (haut : échelle logarithmique en y; bas : échelle naturelle en nombre d'individus par km<sup>2</sup>). Le modèle retenu estime une relation similaire pour toutes les sessions.

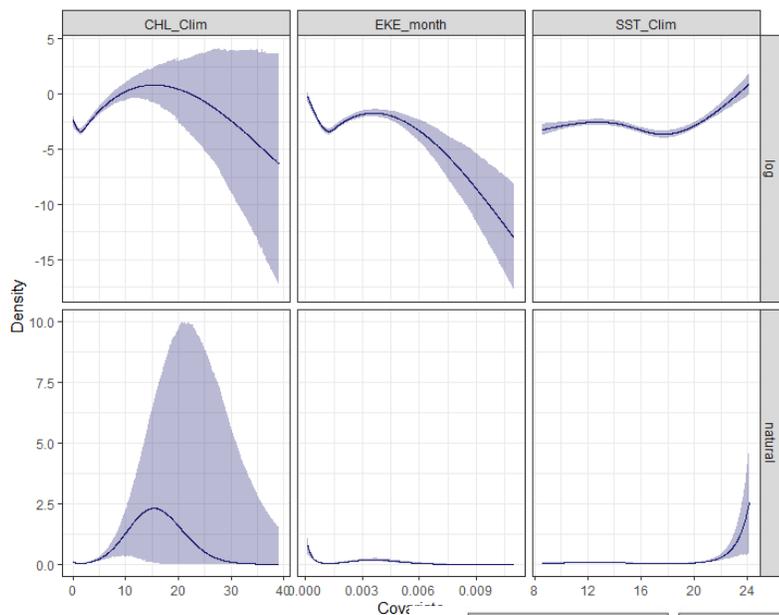
Abondances relatives prédites de goélands gris dans la zone d'étude (moyenne des 5 meilleurs modèles). Les intervalles de confiance (borne inf. et sup.) sont à 80%.

Année	Mois	Session	Saison	Moyenne	Erreur Standard	Borne	Borne
2019	1		Hiver	5870	911	4617	6925
2019	2	1	Hiver	3214	465	2537	3696
2019	3		Hiver	3592	554	2893	4227
2019	4		Printemps	3488	645	2643	4074
2019	5	2	Printemps	5458	925	4229	6416
2019	6		Printemps	4533	767	3406	5206
2019	7	3	Été	3156	625	2375	3909
2019	8		Été	2820	525	2215	3489
2019	9		Été	1529	326	1115	1803
2019	10	4	Automne	1267	295	891	1489
2019	11		Automne	1023	232	738	1232
2019	12		Automne	1078	246	784	1286
2020	1		Hiver	1276	234	955	1494
2020	2	5	Hiver	1216	230	920	1456
2020	3		Hiver	1794	280	1427	2075
2020	4		Printemps	1178	223	914	1382
2020	5	6	Printemps	2421	392	1914	2856
2020	6		Printemps	2029	342	1576	2385
2020	7		Été	3507	719	2550	4337
2020	8	7	Été	2784	487	2127	3339
2020	9		Été	1935	368	1449	2265
2020	10	8	Automne	594	118	458	716
2020	11		Automne	589	116	458	710
2020	12		Automne	471	117	324	587

Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité de goélands gris lors des 8 sessions de survol

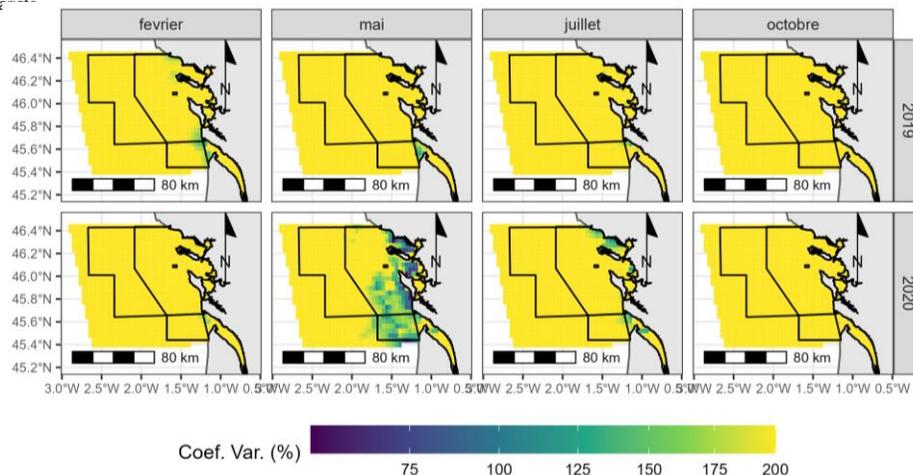


### Les goélands indéterminés



Inférence de l'habitat des goélands indéterminés à partir du modèle 1 (haut : échelle logarithmique en y ; bas : échelle naturelle en nombre d'individus par km<sup>2</sup>). Le modèle retenu estime une relation similaire pour toutes les sessions.

Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité de goélands indéterminés lors des 8 sessions de survol

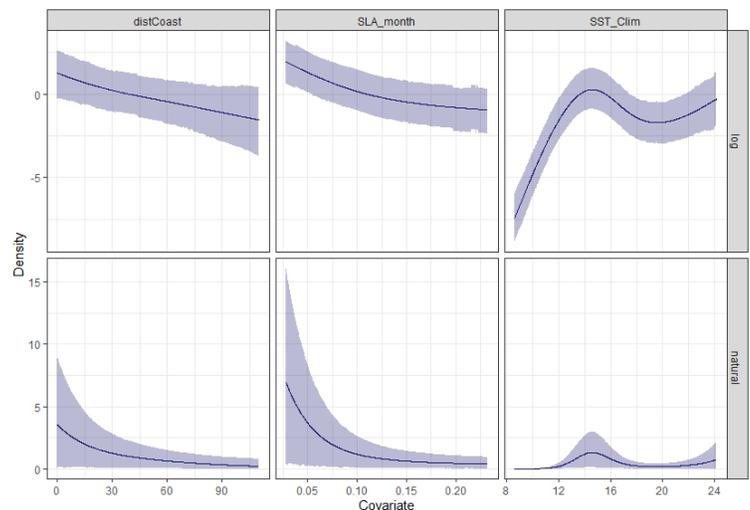


Abondances relatives prédites de goélands indéterminés dans la zone d'étude (moyenne des 5 meilleurs modèles). Les intervalles de confiance (borne inf. et sup.) sont à 80%.

Année	Mois	Session	Saison	Moyenne	Erreur Standard	Borne	Borne
2019	1		Hiver	3904	654	3059	4622
2019	2	1	Hiver	3385	638	2602	4111
2019	3		Hiver	5880	787	4824	6753
2019	4		Printemps	4563	611	3917	5438
2019	5	2	Printemps	6452	888	5135	7397
2019	6		Printemps	3071	436	2500	3552
2019	7	3	Été	4475	558	3731	5112
2019	8		Été	6869	784	5995	8016
2019	9		Été	3834	429	3300	4336
2019	10	4	Automne	1703	204	1443	1944
2019	11		Automne	3824	655	3031	4586
2019	12		Automne	4903	824	3828	5735
2020	1		Hiver	4631	753	3715	5558
2020	2	5	Hiver	3818	740	2919	4701
2020	3		Hiver	5213	756	4205	6110
2020	4		Printemps	4232	602	3354	4802
2020	5	6	Printemps	4875	616	4176	5765
2020	6		Printemps	3515	494	2938	4155
2020	7		Été	4478	563	3618	5052
2020	8	7	Été	6612	917	5466	7772
2020	9		Été	4578	640	3793	5390
2020	10	8	Automne	2107	359	1609	2488
2020	11		Automne	3663	552	3001	4362
2020	12		Automne	4140	625	3335	4857

### Les mouettes (toutes espèces)

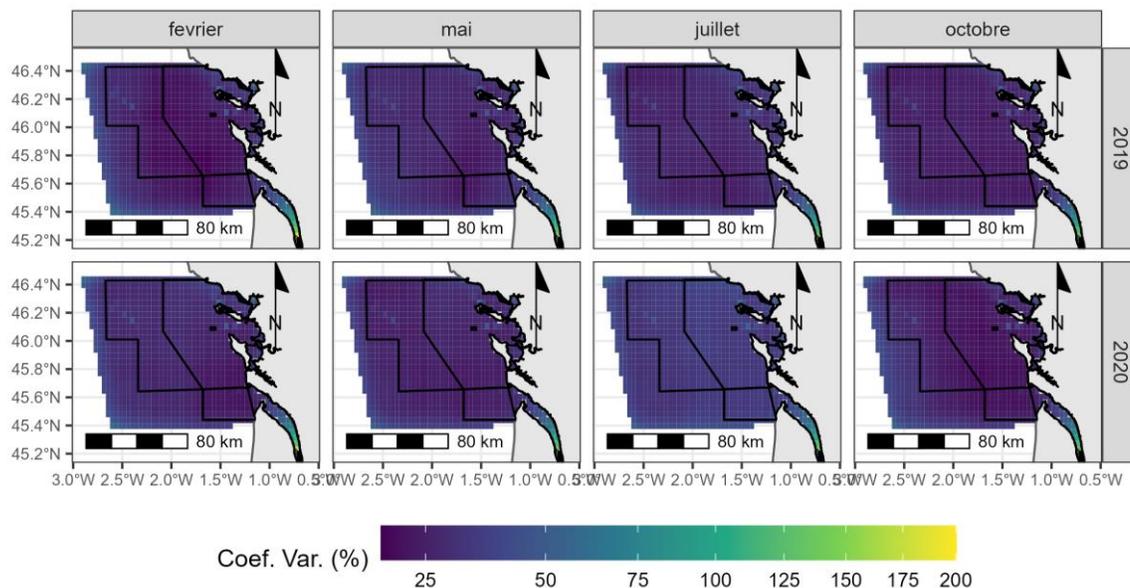
Inférence de l'habitat des mouettes (toutes les espèces) à partir du modèle 1 (haut : échelle logarithmique en y ; bas : échelle naturelle en nombre d'individus par km<sup>2</sup>). Le modèle retenu estime une relation similaire pour toutes les sessions.



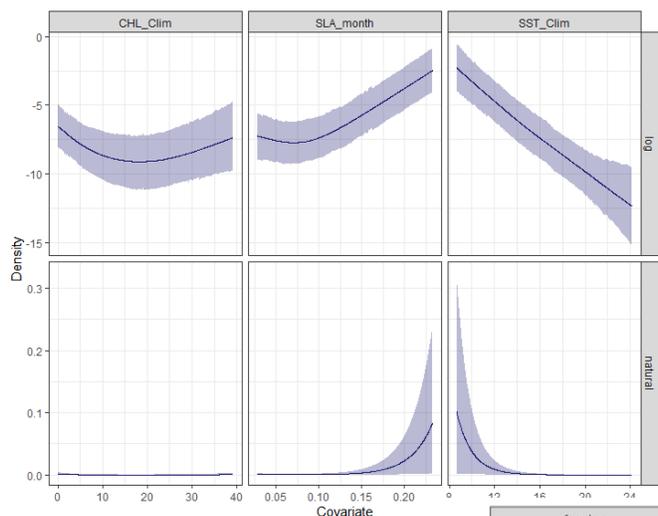
Abondances relatives prédites des mouettes (toutes espèces) dans la zone d'étude (moyenne des 5 meilleurs modèles). Les intervalles de confiance (borne inf. et sup.) sont à 80%. Certaines estimations pour les mois d'hiver et d'automne ne sont pas rapportées car non fiables

Année	Mois	Session	Saison	Moyenne	Erreur Standard	Borne Inf.	Borne Sup.
2019	1		Hiver				
2019	2	1	Hiver	11392	915	10101	12418
2019	3		Hiver				
2019	4		Printemps	1659	223	1316	1891
2019	5	2	Printemps	4582	448	3970	5058
2019	6		Printemps	858	102	724	978
2019	7	3	Été	10901	1285	9216	12344
2019	8		Été	9585	1005	8398	10883
2019	9		Été	6339	790	5128	7064
2019	10	4	Automne	14739	1366	12969	16340
2019	11		Automne	15033	1265	13428	16450
2019	12		Automne	6614	743	5620	7446
2020	1		Hiver				
2020	2	5	Hiver	14817	1538	13018	16875
2020	3		Hiver				
2020	4		Printemps	320	37	272	362
2020	5	6	Printemps	1385	146	1201	1561
2020	6		Printemps	277	46	221	334
2020	7		Été	8018	1277	6371	9452
2020	8	7	Été	6278	841	5241	7289
2020	9		Été	4708	614	3800	5338
2020	10	8	Automne	49457	3139	45558	53208
2020	11		Automne				
2020	12		Automne	23932	2698	20160	26858

Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité de mouettes toutes espèces confondues lors des 8 sessions de survol

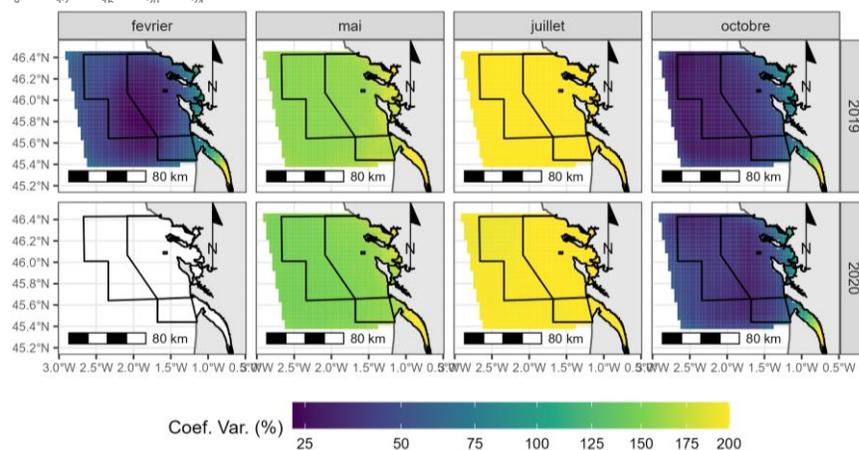


### Les mouettes tridactyles



Inférence de l'habitat des mouettes tridactyles à partir du modèle 1 (haut : échelle logarithmique en y ; bas : échelle naturelle en nombre d'individus par km<sup>2</sup>). Le modèle retenu estime une relation similaire pour toutes les sessions.

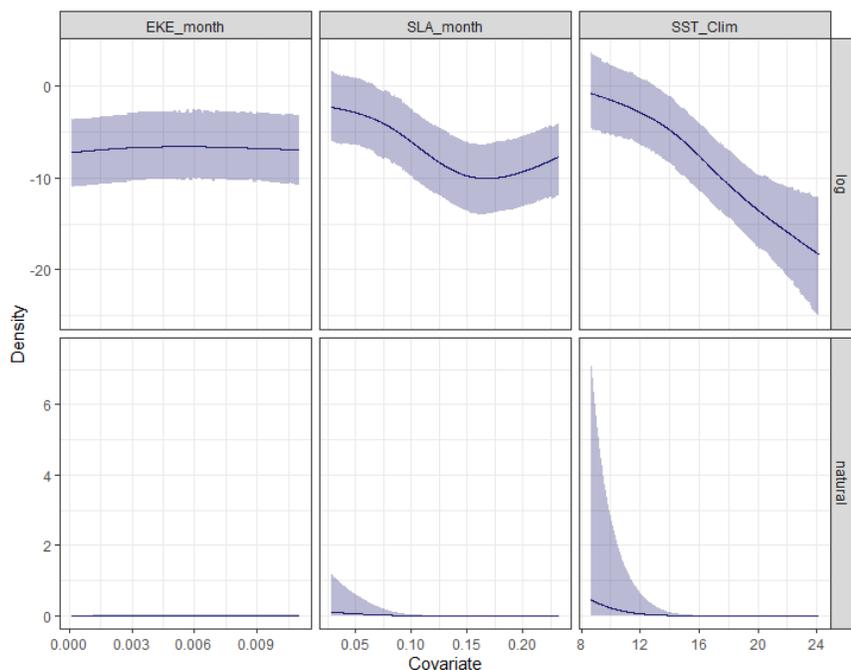
Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité de mouettes tridactyles lors des 8 sessions de survol



Abondances relatives prédites des mouettes tridactyles dans la zone d'étude (moyenne des 5 meilleurs modèles). Les intervalles de confiance (borne inf. et sup.) sont à 80%. Certaines estimations ne sont pas rapportées car non fiables.

Année	Mois	Session	Saison	Moyenne	Erreur Standard	Borne Inf.	Borne Sup.
2019	1		Hiver	4486	1375	2683	5653
2019	2	1	Hiver	5005	1146	3455	6220
2019	3		Hiver	4348	509	3668	4926
2019	4		Printemps	128	317	1	157
2019	5	2	Printemps	27	63	0	32
2019	6		Printemps	5	11	0	6
2019	7	3	Été	9	32	0	7
2019	8		Été	9	38	0	7
2019	9		Été	36	123	0	29
2019	10	4	Automne	848	141	663	1011
2019	11		Automne	7787	920	6597	8787
2019	12		Automne				
2020	1		Hiver				
2020	2		Hiver				
2020	3	5	Hiver	3413	391	2890	3864
2020	4		Printemps	70	157	2	88
2020	5	6	Printemps	11	22	0	15
2020	6		Printemps	2	4	0	3
2020	7		Été	3	7	0	4
2020	8	7	Été	7	17	0	8
2020	9		Été	20	49	0	23
2020	10	8	Automne	506	108	362	624
2020	11		Automne	4420	604	3758	5266
2020	12		Automne				

## Les mouettes pygmées

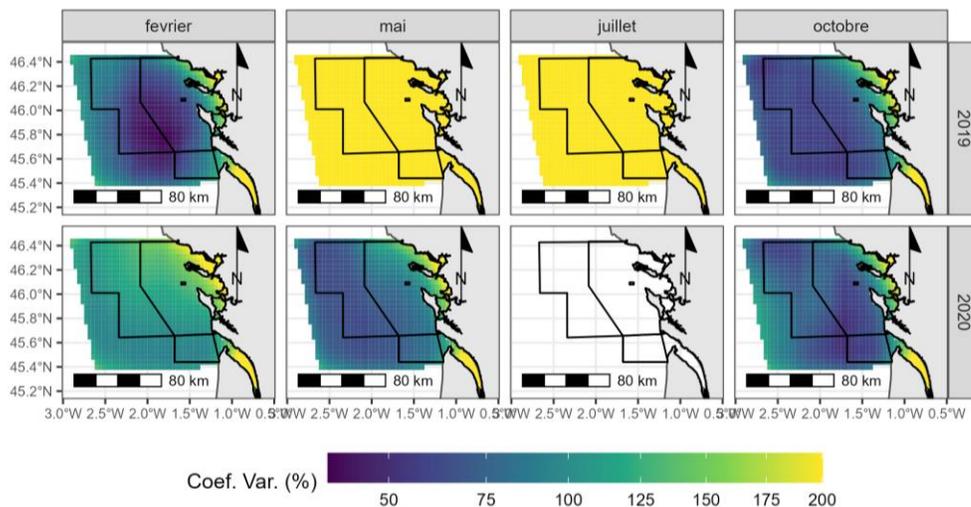


Inférence de l'habitat des mouettes pygmées à partir du modèle 1 (haut : échelle logarithmique en y; bas : échelle naturelle en nombre d'individus par km<sup>2</sup>). Le modèle retenu estime une relation similaire pour toutes les sessions.

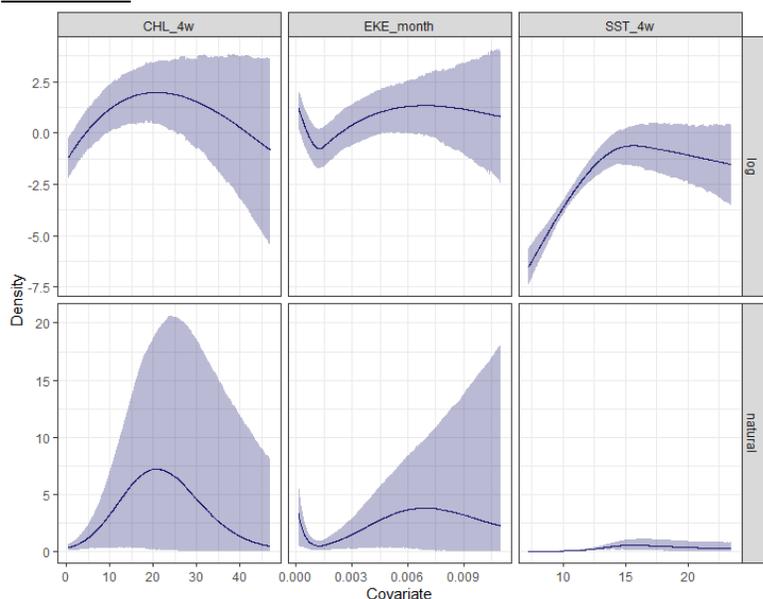
Abondances relatives prédites des mouettes pygmées dans la zone d'étude (moyenne des 5 meilleurs modèles). Les intervalles de confiance (borne inf. et sup.) sont à 80%. Certaines estimations ne sont pas rapportées car non fiables.

Année	Mois	Session	Saison	Médiane	MAD	Borne	Borne
2019	1		Hiver	1328	609	582	2123
2019	2	1	Hiver	1301	322	821	1702
2019	3		Hiver	1360	310	982	1749
2019	4		Printemps	143	198	0	865
2019	5	2	Printemps	8	11	0	48
2019	6		Printemps	0	0	0	0
2019	7	3	Été	16	23	0	1642
2019	8		Été	8	11	0	842
2019	9		Été	6	9	0	764
2019	10	4	Automne	233	92	131	349
2019	11		Automne				
2019	12		Automne				
2020	1		Hiver	60	37	14	112
2020	2	5	Hiver	87	54	11	161
2020	3		Hiver				
2020	4		Printemps				
2020	5	6	Printemps	111	46	53	176
2020	6		Printemps				
2020	7		Été				
2020	8	7	Été	502	296	124	960
2020	9		Été	1919	1642	175	4500
2020	10	8	Automne	7351	4146	2498	12541
2020	11		Automne				
2020	12		Automne				

Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité de mouettes pygmées lors des 8 sessions de survol

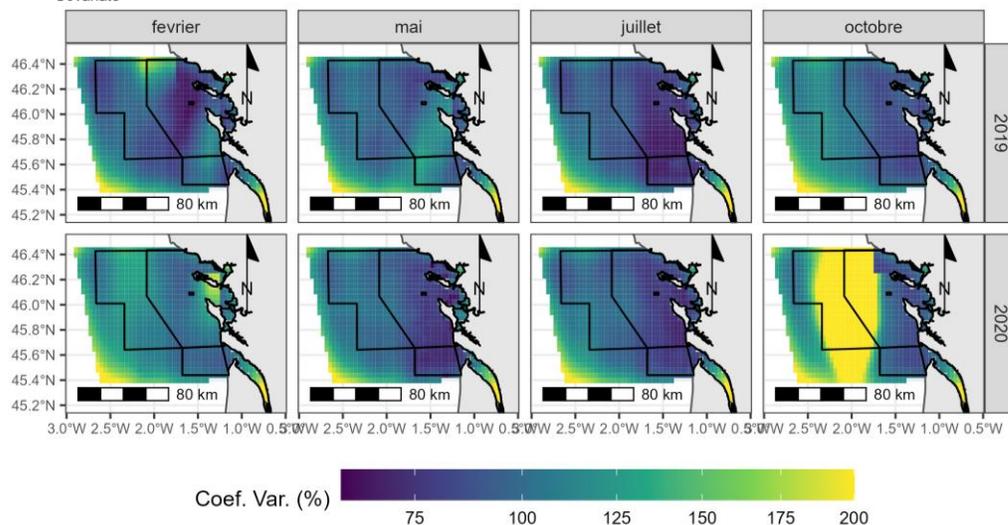


### Les sternes



Inférence de l'habitat des sternes à partir du modèle 1 (haut : échelle logarithmique en y ; bas : échelle naturelle en nombre d'individus par km<sup>2</sup>). Le modèle retenu estime une relation similaire pour toutes les sessions.

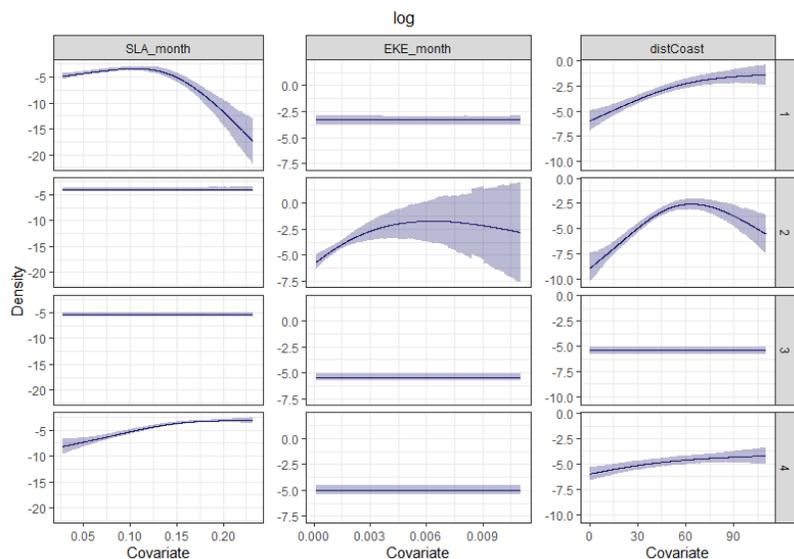
Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité de sternes lors des 8 sessions de survol



Abondances relatives prédites des sternes dans la zone d'étude (moyenne des 5 meilleurs modèles). Les intervalles de confiance (borne inf. et sup.) sont à 80%.

Année	Mois	Session	Saison	Moyenne	Erreur Standard	Borne	Borne
2019	1		Hiver	863	272	452	1111
2019	2	1	Hiver	863	258	531	1175
2019	3		Hiver	703	150	523	882
2019	4		Printemps	239	105	108	334
2019	5	2	Printemps	547	195	272	726
2019	6		Printemps	411	127	222	534
2019	7	3	Été	484	102	346	593
2019	8		Été	634	129	447	769
2019	9		Été	914	244	567	1196
2019	10	4	Automne	116	41	65	159
2019	11		Automne	152	59	79	203
2019	12		Automne	78	42	27	105
2020	1		Hiver	79	36	34	111
2020	2	5	Hiver	86	46	30	124
2020	3		Hiver	117	53	50	165
2020	4		Printemps	74	40	28	101
2020	5	6	Printemps	186	60	107	243
2020	6		Printemps	137	65	61	197
2020	7		Été	374	84	278	480
2020	8	7	Été	430	105	291	557
2020	9		Été	597	131	414	746
2020	10	8	Automne	209	159	84	273
2020	11		Automne	87	36	44	118
2020	12		Automne	47	30	13	61

## Les grands labbes

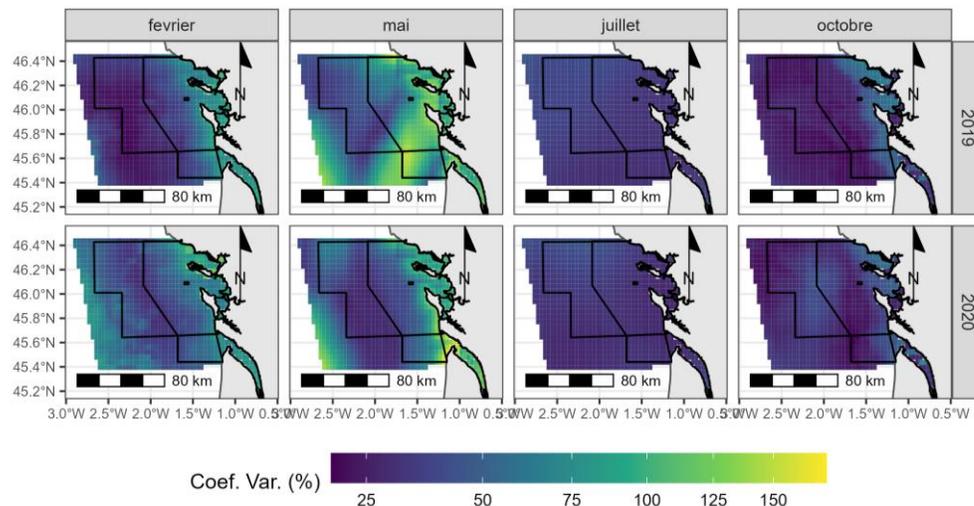


Inférence de l'habitat des grands labbes à partir du modèle 1 (échelle logarithmique en y). Sessions d'hiver : 1. Sessions de printemps : 2. Sessions d'été : 3. Sessions d'automne : 4.

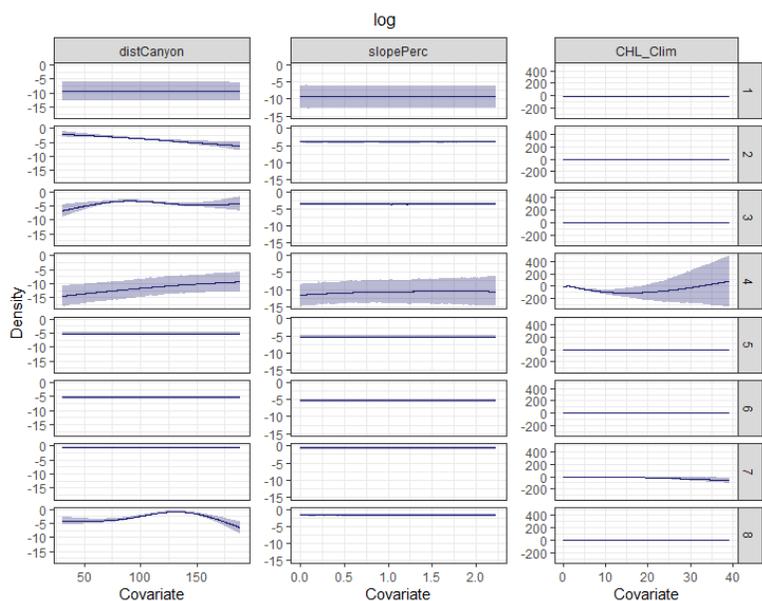
Abondances relatives prédites des grands labbes dans la zone d'étude (moyenne des 5 meilleurs modèles). Les intervalles de confiance (borne inf. et sup.) sont à 80%. La médiane est rapportée au lieu de la moyenne du fait de fortes variations des prédictions entre les différents modèles. MAD : Median Absolute Deviation. Certaines estimations ne sont pas rapportées car non fiables.

Année	Mois	Session	Saison	Mediane	MAD	Borne	Borne
2019	1		Hiver	267	48	208	329
2019	2	1	Hiver	585	69	494	666
2019	3		Hiver	421	45	363	482
2019	4		Printemps	588	191	361	794
2019	5	2	Printemps	465	121	297	598
2019	6		Printemps	326	55	260	394
2019	7	3	Été	86	16	64	105
2019	8		Été	84	14	63	98
2019	9		Été	80	10	65	92
2019	10	4	Automne	408	49	338	459
2019	11		Automne	514	43	467	573
2019	12		Automne	581	61	511	651
2020	1		Hiver	478	156	278	663
2020	2	5	Hiver	436	121	270	586
2020	3		Hiver	567	103	441	681
2020	4		Printemps				
2020	5	6	Printemps	307	57	242	388
2020	6		Printemps	544	139	360	713
2020	7		Été	85	15	65	102
2020	8	7	Été	81	10	65	92
2020	9		Été	80	10	65	92
2020	10	8	Automne	422	45	361	473
2020	11		Automne	486	41	434	540
2020	12		Automne	662	86	554	769

Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité de grands labbes lors des 8 sessions de survol

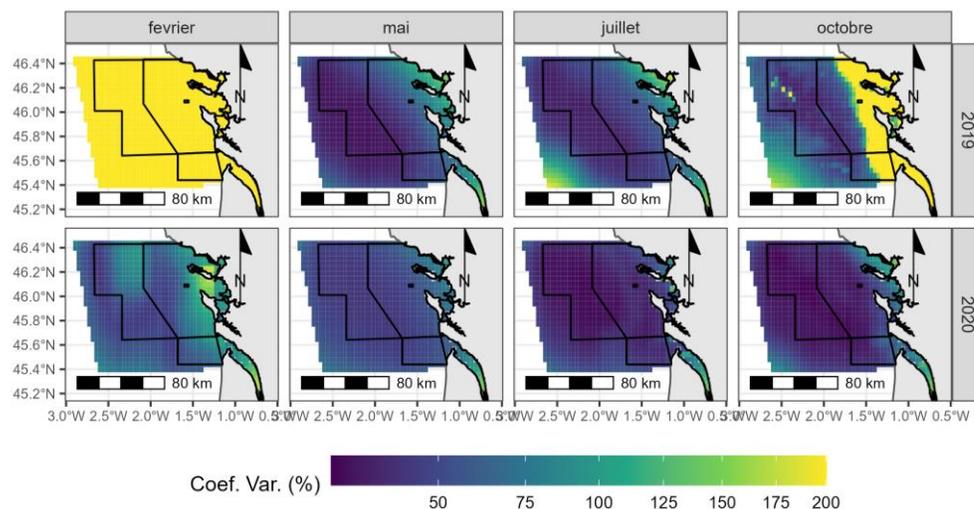


### Les océanites



Inférence de l'habitat des océanites à partir du modèle 1 (échelle logarithmique en y). Sessions d'hiver : 1 et 5. Sessions de printemps : 2 et 6. Sessions d'été 3 et 7. Sessions d'hiver 4 et 8.

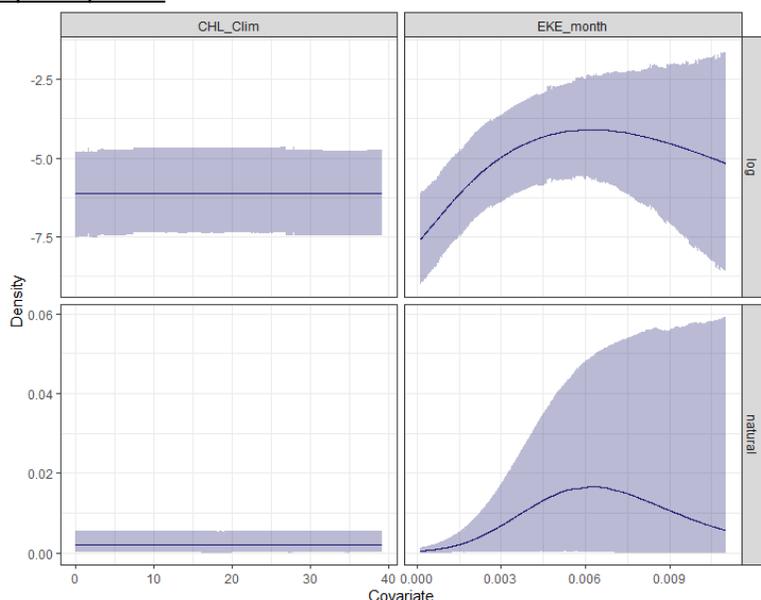
Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité d'océanites lors des 8 sessions de survol



Abondances relatives prédites des océanites dans la zone d'étude (moyenne des 5 meilleurs modèles). Les intervalles de confiance (borne inf. et sup.) sont à 80%. La médiane est rapportée au lieu de la moyenne du fait de fortes variations des prédictions entre les différents modèles. MAD : Median Absolute Deviation.

Année	Mois	Session	Saison	Mediane	MAD	Borne	Borne
2019	1		Hiver	4	5	0	20
2019	2	1	Hiver	4	5	0	20
2019	3		Hiver	4	5	0	19
2019	4		Printemps	617	117	462	761
2019	5	2	Printemps	582	98	452	724
2019	6		Printemps	596	107	443	731
2019	7	3	Été	482	91	379	591
2019	8		Été	482	92	376	587
2019	9		Été	482	92	377	588
2019	10		Automne	1403	285	1023	1752
2019	11	4	Automne	1207	249	820	1496
2019	12		Automne	1687	367	1209	2135
2020	1		Hiver	105	33	59	141
2020	2	5	Hiver	172	72	95	283
2020	3		Hiver	172	72	87	261
2020	4		Printemps	89	26	52	118
2020	5	6	Printemps	89	26	50	116
2020	6		Printemps	89	26	52	118
2020	7		Été	2707	443	2138	3307
2020	8	7	Été	2543	350	2099	3044
2020	9		Été	1971	287	1505	2277
2020	10		Automne	5432	459	4808	5983
2020	11	8	Automne	4210	500	3594	4747
2020	12		Automne	4904	468	4226	5477

## Les petits puffins

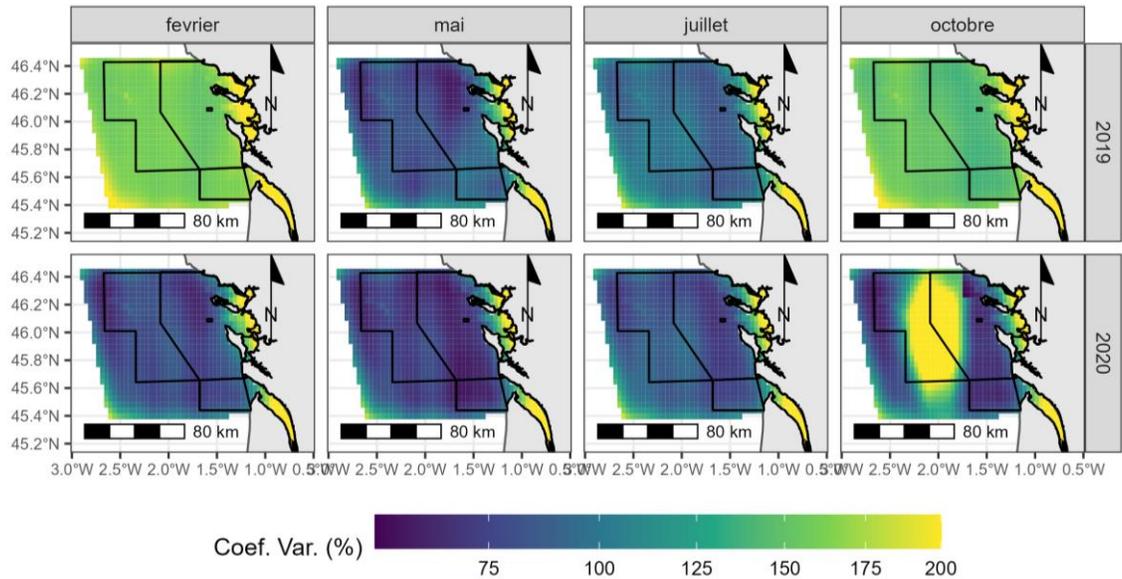


Inférence de l'habitat des Petits puffins à partir du modèle 1 (échelle logarithmique en y).

Abondances relatives prédites des petits puffins dans la zone d'étude (moyenne des 5 meilleurs modèles). Les intervalles de confiance (borne inf. et sup.) sont à 80%. La médiane est rapportée au lieu de la moyenne du fait de fortes variations des prédictions entre les différents modèles. MAD : Median Absolute Deviation.

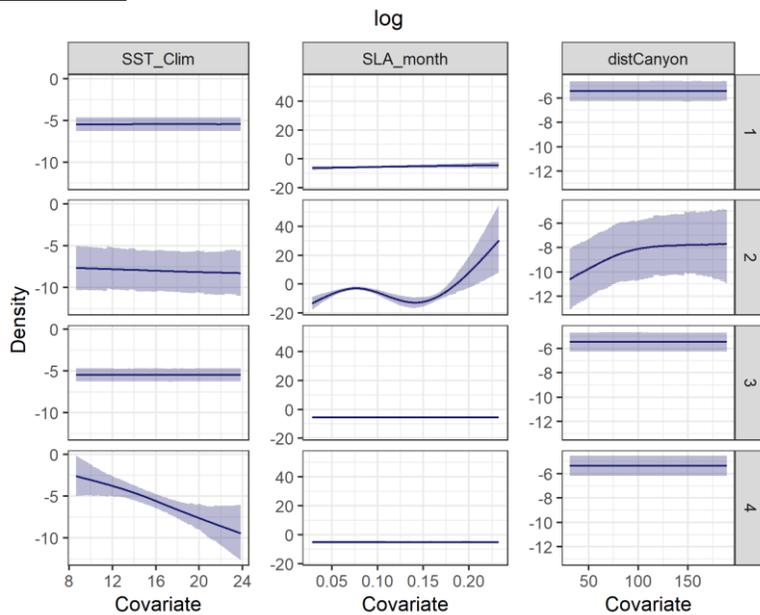
Année	Mois	Session	Saison	Mediane	MAD	Borne	Borne
2019	1		Hiver	51	40	6	106
2019	2	1	Hiver	51	40	6	106
2019	3		Hiver	15	11	1	31
2019	4		Printemps	826	193	608	1103
2019	5	2	Printemps	1541	472	914	2124
2019	6		Printemps	634	158	447	850
2019	7	3	Été	73	29	39	106
2019	8		Été	109	46	51	157
2019	9		Été	79	31	38	114
2019	10	4	Automne	8	6	1	17
2019	11		Automne	20	14	3	41
2019	12		Automne	19	13	3	35
2020	1		Hiver	478	128	314	623
2020	2	5	Hiver	565	146	344	746
2020	3		Hiver	459	112	318	597
2020	4		Printemps	3552	740	2430	4346
2020	5	6	Printemps	1382	266	983	1673
2020	6		Printemps	2185	439	1631	2820
2020	7		Été	160	53	100	224
2020	8	7	Été	203	63	122	275
2020	9		Été	276	82	159	368
2020	10	8	Automne	4412	1022	3122	5766
2020	11		Automne	1832	265	1450	2169
2020	12		Automne	2369	378	1883	2853

Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité de petits puffins lors des 8 sessions de survol



### Annexe 8. Résultats des Modélisations d'habitat pour les autres catégories

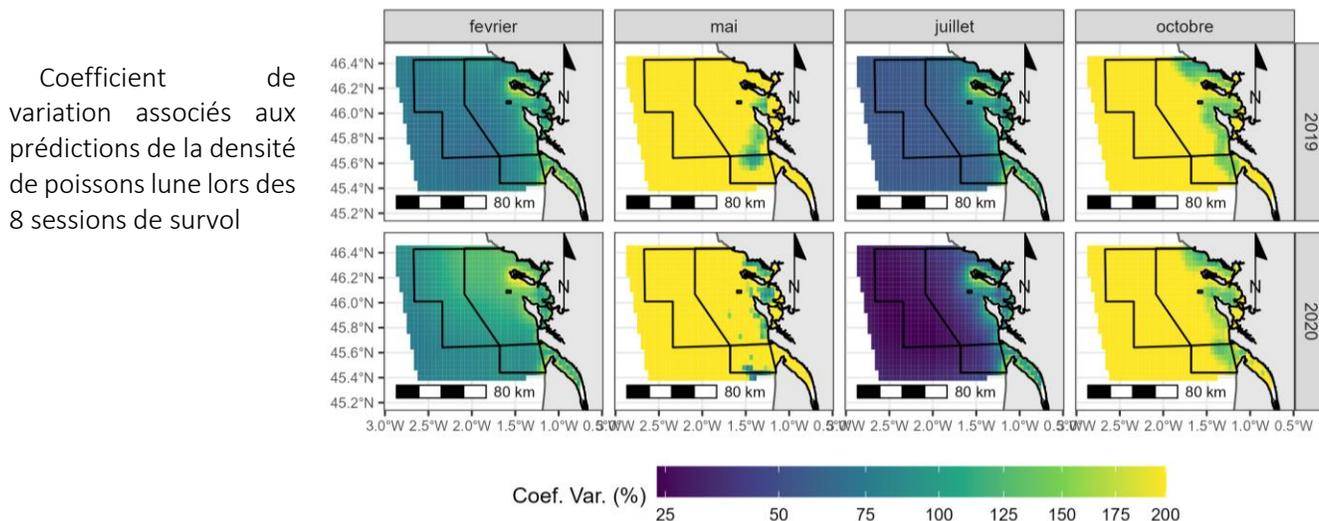
#### Poissons lune



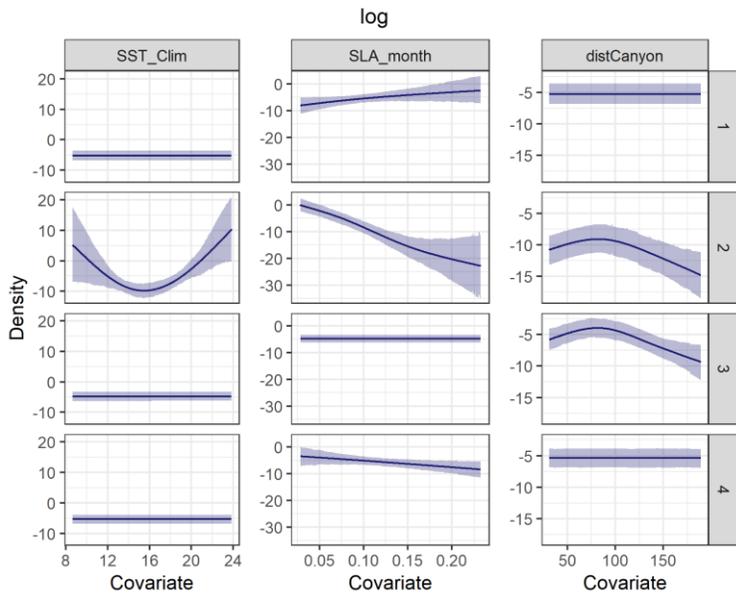
Inférence de l'habitat du poisson lune à partir du modèle 1 (échelle naturelle en y).  
Hiver : 1. Printemps : 2 . Eté : 3. Hiver : 4.

Abondances relatives prédites du poisson lune dans la zone d'étude (moyenne des 5 meilleurs modèles). Les intervalles de confiance (borne inf. et sup.) sont à 80%. La médiane est rapportée au lieu de la moyenne du fait de fortes variations des prédictions pour quelques mois entre les différents modèles. MAD : Median Absolute Deviation. De grandes incertitudes sont associées aux prédictions et certaines paraissent trop élevées pour être réalistes (dénotées par un astérix \*).

Année	Mois	Session	Saison	Mediane	MAD	Borne	Borne
2019	1		Hiver	43	17	24	64
2019	2	1	Hiver	55	20	30	82
2019	3		Hiver	47	16	30	71
2019	4		Printemps	119	139	5	63702*
2019	5	2	Printemps	236	302	18	566589*
2019	6		Printemps	73	61	20	31444*
2019	7	3	Été	66	18	40	85
2019	8		Été	66	18	40	85
2019	9		Été	66	18	41	87
2019	10	4	Automne	35	14	18	56
2019	11		Automne	83	29	39	120
2019	12		Automne	156	74	65	260
2020	1		Hiver	102	44	43	157
2020	2	5	Hiver	109	52	39	169
2020	3		Hiver	59	18	37	82
2020	4		Printemps				
2020	5	6	Printemps	1171	657	488	471873*
2020	6		Printemps	2060	2247	397	4889257*
2020	7		Été	887	79	786	981
2020	8	7	Été	888	80	789	984
2020	9		Été	888	80	789	982
2020	10	8	Automne	333	93	209	459
2020	11		Automne	591	90	456	728
2020	12		Automne	1140	339	730	1539



## Requins

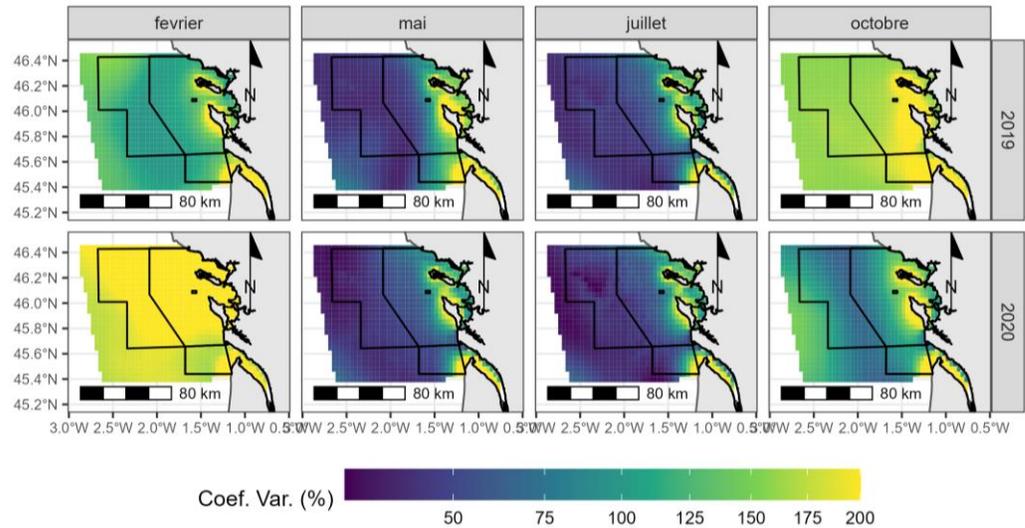


Inférence de l'habitat des requins à partir du modèle 1 (échelle naturelle en y). Hiver : 1. Printemps : 2. Été : 3. Hiver : 4.

Abondances relatives prédites des requins dans la zone d'étude (moyenne des 5 meilleurs modèles). Les intervalles de confiance (borne inf. et sup.) sont à 80%. La médiane est rapportée au lieu de la moyenne du fait de fortes variations des prédictions pour quelques mois entre les différents modèles. MAD : Median Absolute Deviation. De grandes incertitudes sont associées aux prédictions au printemps et certaines sont trop élevées pour être réalistes : elles ne sont pas rapportées dans le tableau ci-dessous.

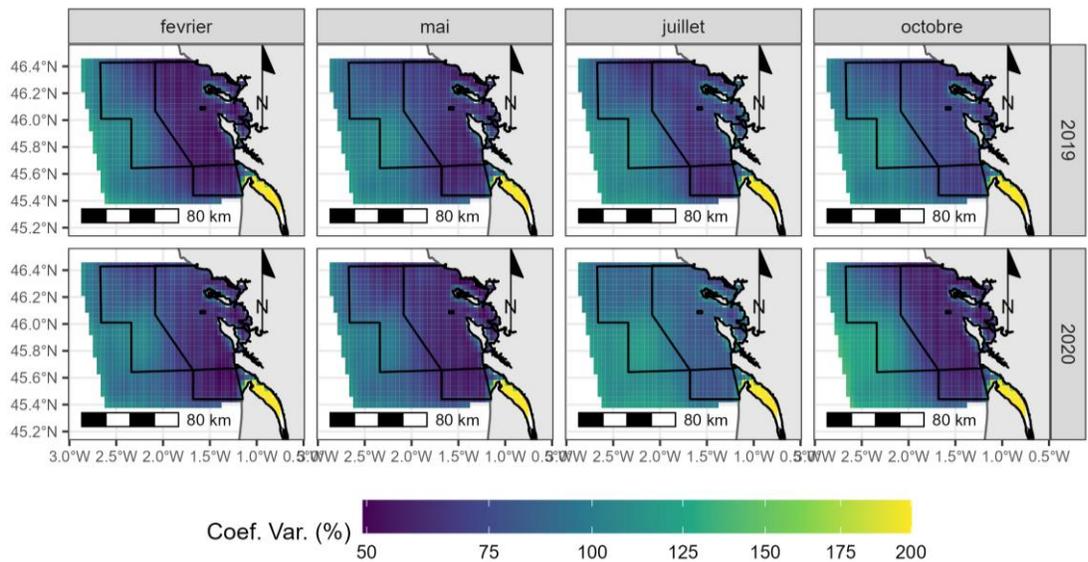
Année	Mois	Session	Saison	Mediane	MAD	Borne	Borne
2019	1		Hiver	27	19	7	57
2019	2	1	Hiver	46	35	4	96
2019	3		Hiver	30	19	7	60
2019	4		Printemps				
2019	5	2	Printemps	2826	672	2033	3833
2019	6		Printemps				
2019	7	3	Été	322	86	214	432
2019	8		Été	329	76	237	437
2019	9		Été	357	77	255	449
2019	10	4	Automne	19	18	1	50
2019	11		Automne	9	9	0	26
2019	12		Automne	9	9	0	25
2020	1		Hiver	26	29	1	93
2020	2	5	Hiver	31	36	1	142
2020	3		Hiver	13	13	0	33
2020	4		Printemps				
2020	5	6	Printemps	2698	590	1962	3549
2020	6		Printemps				
2020	7		Été	3311	669	2426	4098
2020	8	7	Été	3589	446	2860	4063
2020	9		Été	3627	422	2922	4104
2020	10	8	Automne	166	94	36	302
2020	11		Automne	58	27	29	90
2020	12		Automne	26	20	4	56

Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité de requins lors des 8 sessions de survol



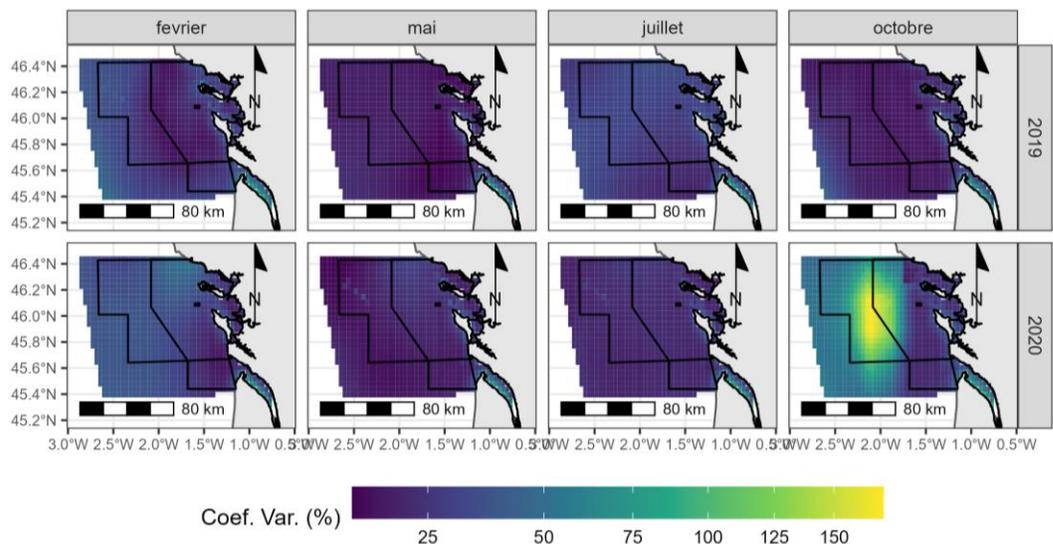
### Méduses

Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité de méduses lors des 8 sessions de survol



### Déchets

Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité de méduses lors des 8 sessions de survol



Abondances relatives prédites de déchets (toutes catégories confondues) dans la zone d'étude (moyenne des 5 meilleurs modèles). Les intervalles de confiance (borne inf. et sup.) sont à 80%.

Année	Mois	Session	Saison	Moyenne	Erreur Standard	Borne Inf.	Borne Sup.
2019	1		Hiver	4507	400	4039	4958
2019	2	1	Hiver	10278	952	9005	11396
2019	3		Hiver	6873	331	6449	7283
2019	4		Printemps	7893	442	7342	8427
2019	5	2	Printemps	10178	759	9151	11044
2019	6		Printemps	8370	498	7779	9002
2019	7	3	Été	3658	535	2942	4209
2019	8		Été	4350	424	3760	4846
2019	9		Été	5957	248	5629	6242
2019	10	4	Automne	5520	381	5041	5994
2019	11		Automne	3886	208	3577	4096
2019	12		Automne	4196	222	3925	4486
2020	1		Hiver	13771	1410	11876	15609
2020	2	5	Hiver	12422	1419	10400	14101
2020	3		Hiver	7492	327	7084	7914
2020	4		Printemps	8488	508	7859	9135
2020	5	6	Printemps	10705	816	9743	11749
2020	6		Printemps	9738	627	8917	10438
2020	7		Été	5423	677	4669	6388
2020	8	7	Été	4889	280	4559	5248
2020	9		Été	4720	200	4523	5029
2020	10	8	Automne	3391	1007	2054	4556
2020	11		Automne	2362	143	2171	2508
2020	12		Automne	6716	681	5945	7669

Coefficient de variation associés aux prédictions de la densité de déchets lors des 8 sessions de survol