

# Acquisition de données spécialisées de la mégafaune marine au sein du Parc naturel marin d'Iroise

Synthèse des 8 vols réalisés entre  
janvier 2021 et octobre 2022



setec  
énergie environnement



HyTECH  
Imaging



setec  
énergie environnement



HyTECH  
Imaging

## DOCUMENT

Zone	Domaine	Phase	Nature document	Numéro
FR	Biodiversité	Acquisition de données	Rapport d'étude	048 48701

## REVISIONS

Version	Date	Auteur	Vérificateur	Description
0.1	09/12/2022	Benjamin FOLLIOT/ Alexandre CERRUTI	Yann PATRY	Premières estimations des abondances et de répartition
0.2	16/12/2022	Benjamin FOLLIOT/ Alexandre CERRUTI	Yann PATRY	Version Finale
0.3	18/04/2023	Benjamin FOLLIOT/ Alexandre CERRUTI	Yann PATRY	Version Finale + Ajout Autre mégafaune marine

## CONTRIBUTEURS

Contributeurs	Description
Yann PATRY	Coordination du projet
Benjamin FOLLIOT	Rédaction, analyses et traitements des données
Alexandre CERRUTI	Navigateur embarqué vol n°2, 4, 6 et 8 ; Validation de données, Elaboration des cartes, géomatique
Vincent BRETILLE	Observateur embarqué vols n° 2, 3, 4, 5, et 6, Identification des cibles (vol 1)
Sebastien THEOF	Observateur embarqué vols n°4, 7 et 8, Identification des cibles (vol 1)
Thomas BARREAU	Observateur embarqué vols n°5 et 7
Morgane PERRI	Observateur embarqué, vol n°3
Marc DUVILLA	Observateur embarqué, vol n°3
Vincent QUIQUEMPOIS	Observateur embarqué vols n°2, 5 et 6
Sylvain REYT	Observateur embarqué, vol n°8
Mickael BUANIC	Observateur embarqué Vol 1 (PNMI)
Simon GUEGUEN	Opérateurs STORMM®, vols 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8
Etienne LEBRETON	Vérification et mise à disposition des données digitales
Nicolas THOMAS	Coordination Système STORMM® (Hytech-Imaging)

## COORDONNEES

setec energie environnement  
Siège social  
Immeuble Central Seine  
42-52 quai de la Râpée  
CS 7120  
75 583 Paris cedex 12  
France

Agence de La Forêt-Fouesnant  
358 Z.A La Grande Halte  
29 940 La Forêt-Fouesnant  
France  
Tél. + 33 2 98 51 41 75

Agence de Toulon  
Espace Maurice  
141 Avenue Marcel Castié  
83100 TOULON  
France

Tél. +33 1 82 51 55 55

Tél. + 33 4 86 15 61 83

## Table des matières

1.	Contexte et objectifs .....	6
1.1.	Contexte général .....	6
1.2.	Objectifs du projet.....	6
1.3.	Site d'étude et échantillonnage .....	7
1.4.	Actions, partenaires impliqués et rôles de chacun .....	8
1.5.	Bilan des réalisations : suivis par avion .....	8
2.	Méthodologie .....	9
a.	Plan d'échantillonnage .....	9
b.	Période d'étude .....	10
c.	Protocole d'observation visuelle .....	12
	Mise en place et déroulement des vols .....	12
	Collecte et enregistrement des données .....	14
	Equipement aéronautique .....	14
d.	Acquisition digitale (STORMM®) .....	14
e.	Méthode de traitement des données .....	15
	Estimation de la densité et de l'abondance .....	16
	Modélisation géostatistique de la distribution spatiale.....	17
3.	Résultats .....	18
a.	Conditions d'observation .....	18
b.	Mammifères marins .....	21
	Généralités .....	21
	Au sein du Parc Naturel Marin d'Iroise .....	21
c.	Avifaune.....	36
	Généralités .....	36
	En mer d'Iroise .....	36
d.	Individus morts.....	91
e.	Autres mégafaunes marines.....	93
	Les poisson-lunes.....	93
	Les requins (requin peau bleue).....	95
	Les thons et/ou bonites.....	95
f.	Les activités humaines.....	97
	Les déchets liés à l'activité humaine .....	97
	Les bouées de pêche .....	99



Les bateaux de plaisance ..... 101

Les bateaux de pêche professionnelle ..... 103

Bibliographie..... 105

ANNEXES..... 107

Annexe 1. Fonctions de détections ..... 107

Annexe 2. Atlas cartographique ..... 110



**Setec energie environnement** (mandataire) et **Hytech Imaging** (co-traitant) ont été missionnés par le Parc Naturel Marin de la Mer d'Iroise en novembre 2021 pour collecter des données relatives à la mégafaune marine et renseigner l'abondance des espèces et leur répartition au sein de ce territoire. La méthode mise en œuvre mobilisait des moyens aériens et couplait l'observation visuelle à l'acquisition de données digitales (STORMM®). Ces survols étaient programmés une fois par saison sur une durée de deux ans.

Dans cette étude **Hytech Imaging**, avait en charge :

- La coordination de l'aéronef, du pilote, de l'opérateur STORMM® et la mobilisation des moyens matériels pour réalisation de chaque mission.
- La fourniture auprès de Setec Energie Environnement des données digitales brutes à l'issue de chaque vol.

**Setec Energie Environnement**, avait en charge :

- La coordination générale du projet
- La mobilisation d'une équipe d'observateurs expérimentés pour la réalisation des vols et l'acquisition des données d'observations visuelles,
- La validation des données collectées (appui et vérification via l'apport des données digitales) et la livraison d'une base de données complète (données biologiques + métadonnées)
- Le traitement statistique et cartographique des données
- la rédaction du rapport d'étude.

## 1. Contexte et objectifs

### 1.1. Contexte général

La mise en place de nouvelles réglementations européennes, comme la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin 2008/56/CE du 17 juin 2008 (DCSMM), va imposer aux états membres d'être capables d'évaluer le bon état écologique et de surveiller leurs vastes étendues maritimes, sur plusieurs critères dont la biodiversité.

Forte de ses 11 millions de km<sup>2</sup> de domaine public maritime (DPM) et de sa volonté d'en établir au moins 20 % comme aires marines protégées, la France doit se doter de moyens pour surveiller ses territoires marins. Le rôle de ces outils de gouvernance est de permettre la protection de la biodiversité tout en favorisant une gestion durable des activités maritimes. De plus, de nouveaux usages de ces surfaces apparaissent avec le développement des énergies marines renouvelables (EMR) comme l'éolien posé ou flottant, l'hydrolien ou le houlomoteur.

Fin 2020, le Parc naturel marin d'Iroise (PNMI/OFB) a commandé l'acquisition de données spatialisées concernant la mégafaune marine fréquentant son territoire. Cet effort d'acquisition était programmé sur une durée de deux ans afin de décrire l'abondance et la fréquentation de ces animaux au cours de deux cycles biologiques consécutifs. L'objectif était d'obtenir *in fine* une meilleure connaissance des enjeux écologiques adossée à cette zone.

### 1.2. Objectifs du projet

Au travers ce programme d'acquisition de données, l'objectif visé par le PNMI est de produire un état des lieux de l'abondance et de la distribution spatiale des oiseaux et mammifères marins au sein de son territoire. Les connaissances sur ces espèces ultra-mobiles sont en effet assez faibles, notamment parce qu'elles occupent de larges territoires imposant des moyens et méthodes d'acquisition adaptés. En raison des statuts de protection de ces espèces, des enjeux de conservation qu'elles représentent et de leur sensibilité au dérangement, ce programme de deux ans a permis de préciser la diversité des espèces fréquentant le secteur du Parc tout en appréhendant le plus finement possible l'utilisation de cette zone (cartographie des points de contacts) et les périodes de présence.

Parallèlement, cette étude a permis de collecter d'autres types de données, complémentaires, tels que l'activité de pêche, la présence de grands poissons (requins, thons, poissons lune...), les macro-déchets ou les traces de pollution visibles depuis la surface.

L'objectif de ce projet était donc d'acquérir des données permettant de qualifier et de quantifier la fréquentation spatio-temporelle du PNMI par (cf. Figure 1):

- **la mégafaune marine** : oiseaux marins, mammifères marins, sélaciens, tortues ;
- **les activités anthropiques** : navires professionnels et de plaisance, bouées de pêche, déchets flottants, nappes d'hydrocarbures, etc.

### 1.3. Site d'étude et échantillonnage

Crée en 2007, le Parc naturel marin d'Iroise couvre une superficie de 3500 km<sup>2</sup> sur un territoire s'étendant du nord de l'archipel de Molène au sud de la chaussée de Sein et jusqu'à la limite des eaux territoriales à l'ouest (Figure 1). Le parc est impliqué dans la gestion de sept sites Natura 2000 :

- FR5300018 Ouessant-Molène (77 113,6 ha)
- FR5310072 Ouessant-Molène (77 288 ha)
- FR5300019 Presqu'île de Crozon (4 417 ha)
- FR5312004 Camaret (1 274 ha)
- FR5300045 Pointe de Corsen, Le Conquet (724 ha)
- FR5302006 Côtes de Crozon (10 197,59 ha)
- FR5302007 Chaussée de Sein (41 498,94 ha)

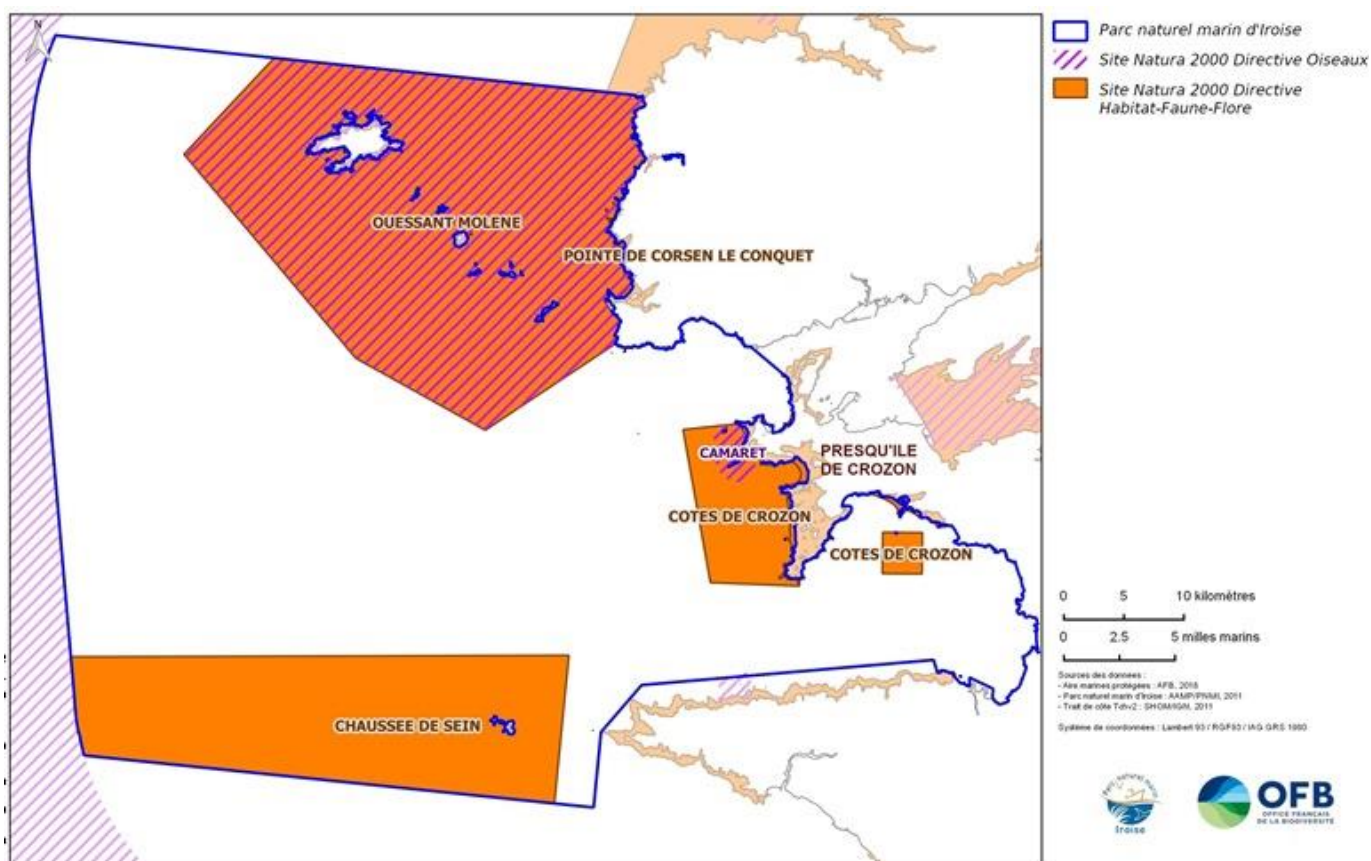


Figure 1 : Zone d'étude (source : OFB-PNMI)

#### 1.4. Actions, partenaires impliqués et rôles de chacun

Le projet initial s'articule autour de 2 actions principales résumées dans le tableau ci-dessous:

**Tableau 1:** Présentation des actions, leurs objectifs et les partenaires impliqués pour le projet initial

Action	Sous-action	Partenaire
<b>Acquisition de données</b>	Planification et organisation des vols / Veille météo	Setec Energie Environnement
	Mise à disposition d'observateurs qualifiés	Setec Energie Environnement
	Mise à disposition du système STORMM® / installation des appareils	Hytech Imaging
<b>Analyse des données et rendus</b>	Vérification / validation BDD générée à chaque vol	Setec Energie Environnement
	Livraison des données numériques	Hytech Imaging
	Analyses des données collectées et rapports	Setec Energie Environnement

L'acquisition de données étaient prévues durant deux années complètes, avec un démarrage à l'**hiver 2020/2021** et **une fin en automne 2022**.

#### 1.5. Bilan des réalisations : suivis par avion

Le tableau 2 (ci-dessous) reprend les modalités qui devaient être appliquées dans le cadre des suivis aériens.

**Tableau 2 :** Modalité prévue pour le suivi aérien

Modalité	Support aérien	Nombre de vols	Altitude de vol (m)	Focale (mm)	Résolution (cm)	Largeur de l'emprise au sol (m)
Observateurs + capteurs numériques	Avion	8	183	55	2	Photos = 380 m  Observateurs = 400 m (oiseaux) et 1000m (autre mégaafaune marine)

#### A noter :

Le survol d'hiver 2021 (Vol n°1) a été marqué par un déclenchement de dernière minute afin d'exploiter une fenêtre météorologique rare et favorable (cf. Figure 7) apparue après de nombreuses tempêtes hivernales. Toutefois, par manque d'observateurs disponibles (contexte COVID et démarrage des campagnes menées par PELAGIS), la décision a été prise, en accord avec les agents du PNMI, de déclencher ce premier vol. Les données numériques devaient permettre de collecter une

information de qualité et satisfaisante au sein de la bande des 400m. En complément, deux observateurs (Mickaël Buanic (PNMI) et Yann Patry (Setec)) avaient pour rôle de détecter la présence éventuelle de mammifères marins dans la bande non couverte par les capteurs. Les données digitales ont été traitées par une méthode semi-automatisée (détection des cibles) et l'identification des espèces a été assurée par des ornithologues (Vincent Bretille et Sébastien Theof).

## 2. Méthodologie

### a. Plan d'échantillonnage

La Figure 2 présente le plan d'échantillonnage suivi pour couvrir la zone d'étude. Les **16** transects se parcourant dans tous les cas en une journée. Cette proposition permet d'obtenir une pression d'échantillonnage égale sur toute l'aire d'étude, quelque-soit la méthode de suivi. La distance de 4 km (2.15 MN) entre les transects et leur disposition perpendiculaire à la côte respectent les recommandations de l'ESAS, de la COWRIE et de la LPO. Celles-ci visent à supprimer autant que faire se peut les biais d'acquisition dus à la potentielle recapture d'individus entre deux transects contigus trop peu espacés.

Avec une couverture minimale de 400m de large pour chaque transect, le plan d'échantillonnage proposé respecte les indications de couverture minimale de 10% de la surface totale qui avait été indiquées dans le CCTP, afin de pouvoir obtenir des résultats statistiquement exploitables et extrapolables à l'échelle de l'aire d'étude.



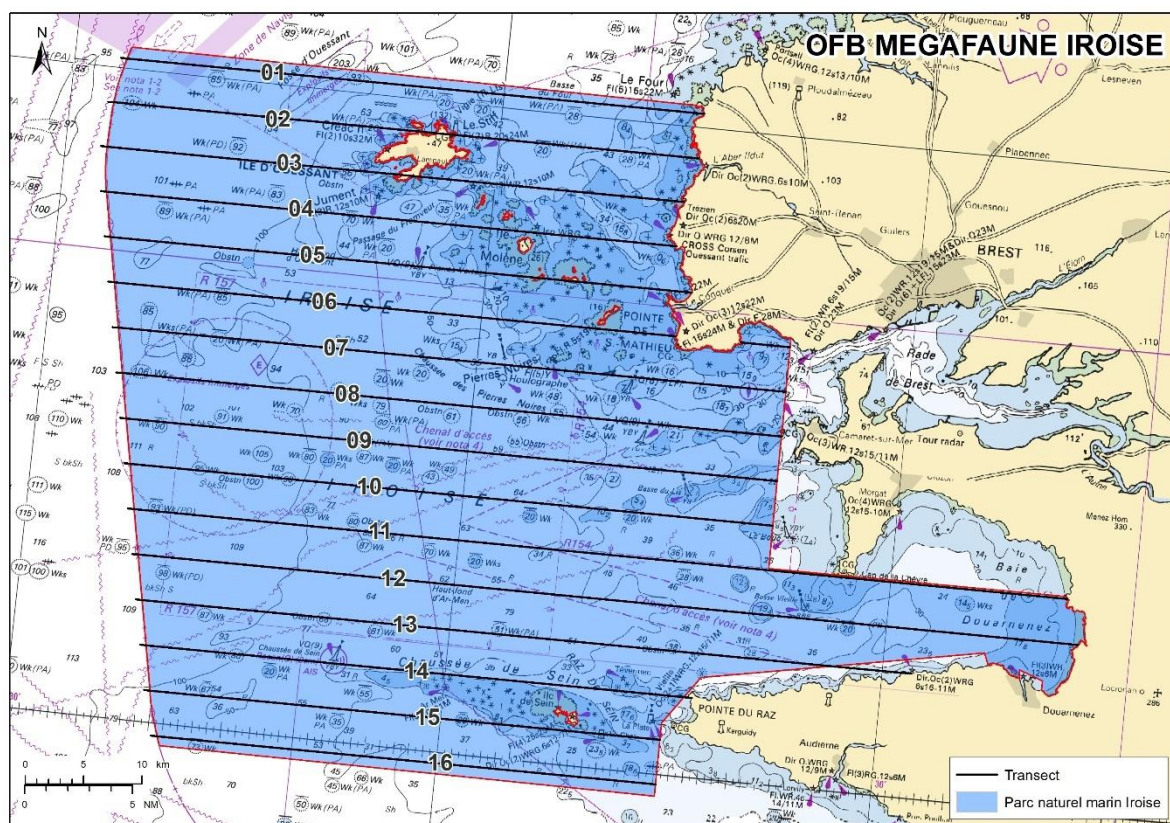


Figure 2. Plan d'échantillonnage des 16 transects.

La longueur cumulée des 16 transects est d'environ 897 km.

## b. Période d'étude

Les campagnes de survols aériens au sein du PNMI ont été réalisées au cours de 8 sessions, réalisées saisonnièrement sur deux années consécutives. Les survols hivernaux ont été réalisés en janvier (le 6 et 7 janvier 2021 et le 22 janvier 2022) ; les printaniers en mars (le 24 mars 2021) et avril (le 07 avril 2022), les estivaux en juin (8 juin 2021) et juillet (le 1<sup>er</sup> juillet 2022) et les automnaux en septembre (06 septembre 2021) et octobre (le 03 et 10 octobre 2022) (Tableau 3).

Tableau 3. Date des 8 survols réalisés

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
1							2022					
2												
3									2021	2022		
4												
5												
6	2021								2021			
7	2021			2021								
8						2021				2022		
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22	2022											
23												
24			2022									
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												

Les sessions des deux années ont été réalisées au cours de périodes relativement similaires en termes de dates. Les fenêtres temporelles, pour chaque saison, ont été décidées en concertation avec les agents du PNMI afin de maximiser les chances de détecter certains groupes d'espèces d'intérêts. Au sein des fenêtres temporelles, le choix d'une date s'est imposé en fonction des conditions météorologiques favorables aux observations.

### c. Protocole d'observation visuelle

La méthodologie générale s'appuie sur la technique de l'observation le long de transects linéaires préalablement établis du Line transect de Distance Sampling (Buckland et al., 2001). Cette méthodologie est celle utilisée dans le cadre d'autres campagnes de l'observatoire Pelagis (Doremus et al., 2017).

Selon les taxons ciblés, deux échantillonnages sont réalisés (Figure 3) :

- Un échantillonnage en bande (strip transect)
- Un échantillonnage avec une mesure d'angle pour estimer la distance au transect (line transect)

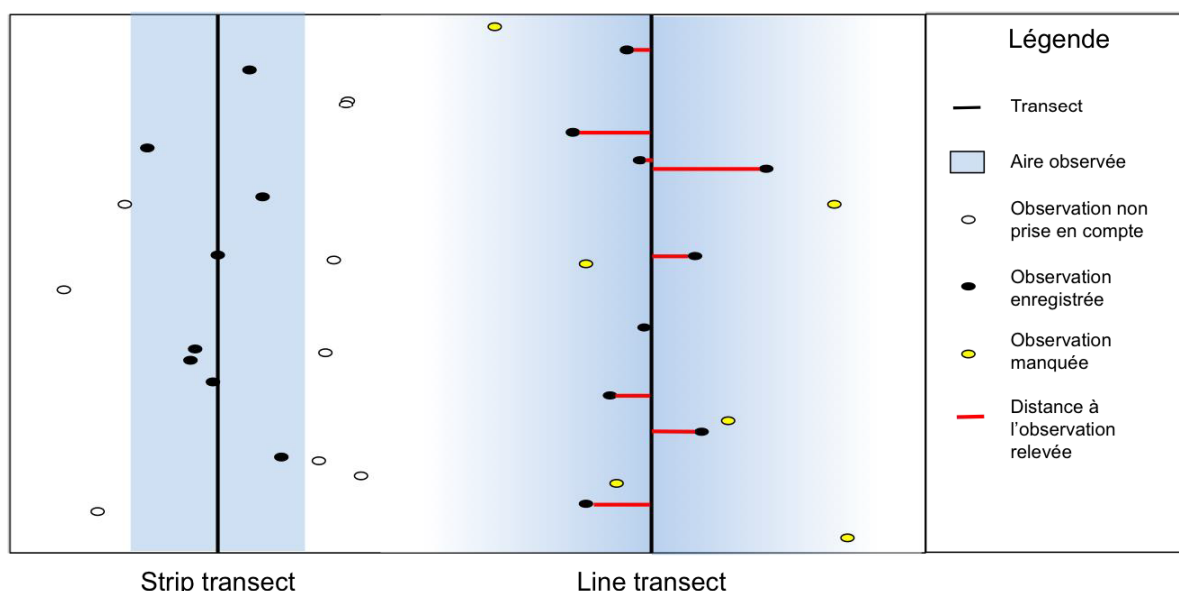


Figure 3. Différence entre les méthodes de transect en bande (strip) et en ligne (line). (source : setec in vivo)

Les oiseaux, les méduses, les bouées de pêche et les déchets sont relevés dans une bande de 200 mètres de part et d'autre du trajet suivi par l'avion. Un angle est relevé pour les autres taxons (cétacés, élasmodontes, tortues et grands poissons pélagiques). Cette méthode possède l'avantage de produire des données de distribution spatiale et d'estimer des densités relatives, assorties d'un intervalle de confiance.

### Mise en place et déroulement des vols

La mise en place et le déroulement des vols au cours des deux campagnes d'observation reprend le même protocole que les campagnes Pelagis précédentes (Campagne SPEE 2019-2020 Source ; Campagne SAMM-PACOMM – Doremus et al., 2017). La vitesse d'échantillonnage est de 90 à 95 nœuds (167 à 176 km.h<sup>-1</sup>) à une altitude de 600 pieds (183 mètres). Deux observateurs sont placés en face un hublot-bulle d'observation, positionnés de chaque côté de l'avion (Figure 4). Au cours des



survol, les deux observateurs transmettent oralement leurs observations à un troisième observateur, chargé de les saisir à l'aide du logiciel SAMMOA 1.2.1 (SAMMOA, 2019). A noter que des interruptions de transect peuvent être réalisées afin de revenir sur une observation pour préciser l'espèce et la taille du groupe en effectuant une manœuvre en boucle (*circle back*) par le pilote. L'effort d'observation est dès lors repris lorsque l'avion se repositionne sur la dernière position enregistrée avant l'interruption du transect.



Figure 4. Observateurs en effort d'observation lors d'un suivi aérien (source : setec in vivo)

Afin de s'assurer une détectabilité optimale des espèces, les vols d'observation sont programmés lors de conditions météorologiques favorables :

- Des conditions de vent inférieurs ou égale à 4 sur l'échelle de Beaufort : Jolie brise (i.e 10 à 15 nœuds soit 20 à 28 km.h<sup>-1</sup>) impliquant une mer peu agitée avec de petites vagues. Les crêtes commencent à déferler, écume d'aspects vitreux et présence de moutons épars.
- Hauteur du plafond nuageux supérieur à 600 pieds
- Absence de pluie
- Luminosité suffisante
- Absence de nuage bas et de brouillard (interdisant le décollage de l'appareil)

Avant chaque dépôt de plan de vol, une analyse fine des dernières prévisions météorologiques sur la zone de travail est effectuée. Les perturbations, les fronts et les couvertures nuageuses sont suivies plusieurs fois par jour, depuis le site de Météo France, Windguru et Windy.

## Collecte et enregistrement des données

Au cours des survols, les deux observateurs transmettent oralement leurs observations à une troisième personne (navigateur) chargée de saisir les données en direct à l'aide du logiciel SAMMOA (Système d'Acquisition de la Mégaafaune Marine par Observation Aérienne). D'autres données comme les conditions environnementales (état de la mer, turbidité, couverture nuageuse, réflexion des nuages, éblouissement ...) sont également saisies. Un indice des conditions d'observation est renseigné, de manière subjective par chaque observateur afin de renseigner sa capacité à détecter un petit cétacé en surface. Enfin un enregistrement audio des communications de l'ensemble du vol est conservé, permettant la vérification et la validation des données de retour à terre. Les données sont ensuite exportées au format Excel pour être analysées.

## Equipement aéronautique

Les aéronefs utilisés sont des bimoteurs (raisons de sécurité du fait de l'éloignement des côtes) à ailes hautes possédant une autonomie d'environ 6 heures, marge de sécurité non-incluse. Comme développé précédemment, ces aéronefs sont capables de voler à basse altitude à faible vitesse. Ces modèles d'avions sont également équipés de part et d'autre de deux hublots-bulles, sans aucune entrave du champ d'observation et peuvent accueillir au maximum 3 à 4 personnes en plus du pilote. Au cours des 8 campagnes d'observations, deux modèles d'avions ont été retenus : *Britten Norman 2* et *Partenavia P68* (Figure 5).



Figure 5. Avion BN2 British Norman Islander utilisé pour les suivis et Hublots bulles pour l'observation aérienne (Photos : SEE)

### d. Acquisition digitale (STORMM®)

Les observateurs seront accompagnés du système de prise de vue STORMM® (Système de Télédétection Optique aéroporté pour l'aide au Recensement de la Mégaafaune Marine) codéveloppé par Hytech-imaging et l'observatoire PELAGIS (Figure 6). Ce système est doté de 4 têtes capteurs CMOS de 50.3 Mpx munies d'optiques permettant à 600 pieds d'altitude d'obtenir une résolution centimétrique de moins de 2 cm GSD (*Ground sampling distance* – distance entre les centroïdes de 2 pixels au sol) nécessaire pour l'identification des plus petites espèces, tout en conservant une fauchée de 380 mètres. STORMM® est également doté d'un système d'évitement automatique de

l'éblouissement dû à la réflexion du soleil sur l'eau par application d'une inclinaison longitudinale des capteurs. Cette particularité permet de réduire la perte d'informations due à l'éblouissement en optimisant la qualité des images tout en conservant toujours une résolution de maximum 2.2 cm GSD.



Figure 6. Système STORMM® pour l'acquisition des images dans l'avion (source : Hytech-Imaging)

Cet outil vient en complémentarité aux observations visuelles. En vol, le capteur est géré par un ordinateur et le processus d'acquisition est entièrement automatisé. L'acquisition des images se fait en continu. Ces photos permettront de vérifier les observations en cas de doute des observateurs ou d'effectifs importants afin de corriger certains biais comme l'identification de certaines espèces, l'estimation de la taille des groupes ou la distinction de différentes espèces au sein des groupes multi-spécifiques.

Par la suite, les photographies aériennes sont toutes analysées manuellement. Cette étape consiste à extraire, identifier et renseigner une base de données avec chaque cible d'intérêt détectée sur les photos (oiseaux, mammifères marins, navires, bouées de pêche, etc.). Lorsque cela est possible, les individus sont identifiés jusqu'à l'espèce. Dans le cas où l'identification s'avère difficile (espèces morphologiquement proches), les individus sont alors classés par groupes d'espèces (genre ou famille). Les données issues de l'analyse des photos peuvent être comparées avec celles des observateurs et ainsi apporter une précision sur l'identification des espèces ou le nombre d'individus (notamment dans les cas de gros groupes).

#### e. Méthode de traitement des données

## Estimation de la densité et de l'abondance

- *Transect en bande pour l'observation des oiseaux marins (strip transect)*

Pour les oiseaux marins, les observations sont relevées selon la méthode strip transect (Buckland et al. 2011), qui postule que les individus présents à l'intérieur d'une bande de 200 mètres de large sont tous détectés par l'observateur, d'un côté de l'avion. La probabilité de détection est donc égale à 1 quelle que soit la distance perpendiculaire au transect au centre de la bande, entre 0 et 200 mètres. Dans ce cas, il est possible d'extrapoler les valeurs de densités obtenues pour la portion de la zone recouverte par les bandes d'observation, à la totalité de la zone d'étude. Des estimations ont été calculées pour tous les groupes d'oiseaux ; on pourra constater que ceux n'ayant pas un nombre d'observations suffisant ( $n < 10$ ) ne pourront être pertinents pour l'analyse. Pour le calcul des abondances, le quantile 99% de la taille des groupes est calculé ; il est ensuite attribué à toutes les observations dont la taille de groupe excède cette valeur afin de ne pas surestimer la moyenne (Pettex et al., 2014). Pour chaque espèce ou groupe d'espèces, la densité d'observation est calculée selon la formule suivante :

$$D = \frac{n}{2wL}$$

Avec :

- $n$  : le nombre d'observation au sein d'un groupe
- $w$  : la largeur de la bande observée par un observateur (multipliée par 2 pour prendre en compte les deux bandes de part et d'autre de la ligne du transect)
- $L$  : la longueur d'effort d'observation en km

Pour obtenir l'estimation d'abondance associée, la densité doit être multipliée par la surface totale de la zone d'étude ( $A$ ) et par la taille moyenne de groupe ( $t$ ) calculée :

$$N = \frac{nA}{2wL} \times t$$

- *Transect en ligne pour l'observation des mammifères marins (line transect)*

Pour les mammifères marins, les estimations en nombre d'observations par kilomètre de transect peuvent être calculées par espèce ou groupement d'espèces. Afin de calculer les abondances et les densités relatives, il est nécessaire que chaque groupe dispose d'un minimum de 30 observations. Si cette condition est vérifiée, la méthode du transect linéaire développée par Buckland et al. (2001) est alors utilisée. Cette méthode permet de prendre en compte la probabilité de détectabilité des individus selon la distance perpendiculaire de l'objet au transect, notée  $g(y)$ .

La méthode standard admet comme hypothèse que les objets situés sur le transect sont tous détectés, soit  $g(0)=1$ , mais que cette probabilité de détection décroît quand la distance perpendiculaire ( $y$ ) augmente. Seule une proportion des objets ( $P_a$ ) est détectée sur la surface échantillonnée. La demi-largeur effective de détection  $\mu$  (nommée *esw* pour *Effective Strip halfWidth*) est alors déterminée de manière que le nombre d'objet détectés au de-delà de cette distance soit égal au nombre d'objets avant cette limite. Une fois la valeur  $\mu$  estimée, la densité en nombre d'individus par unité de surface est déterminée par l'équation :

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

Avec :

- $n$  : le nombre de détection (réalisées à une distance perpendiculaire  $< \mu$ )
- $s$  : l'effectif des groupes
- $L$  : la longueur d'effort d'observation réalisée
- $g(0)$  : la probabilité de détecter un objet se trouvant sur le transect (ici considéré comme égale à 1)

### Modélisation géostatistique de la distribution spatiale

Afin de représenter la distribution spatiale des mammifères et des oiseaux marins, un modèle géostatistique de type *Kernel Density Estimation*, visualisé au travers de l'outil de carte de chaleur, a été réalisé pour analyser les données de comptage. Cette méthode de modélisation permet de produire des cartes de densités locales en nombre d'individus visualisés sur toute la zone échantillonnée et donc de prédire des valeurs de densités dans les espaces qui n'ont pas été survolés (autrement dit les zones hors des transects).

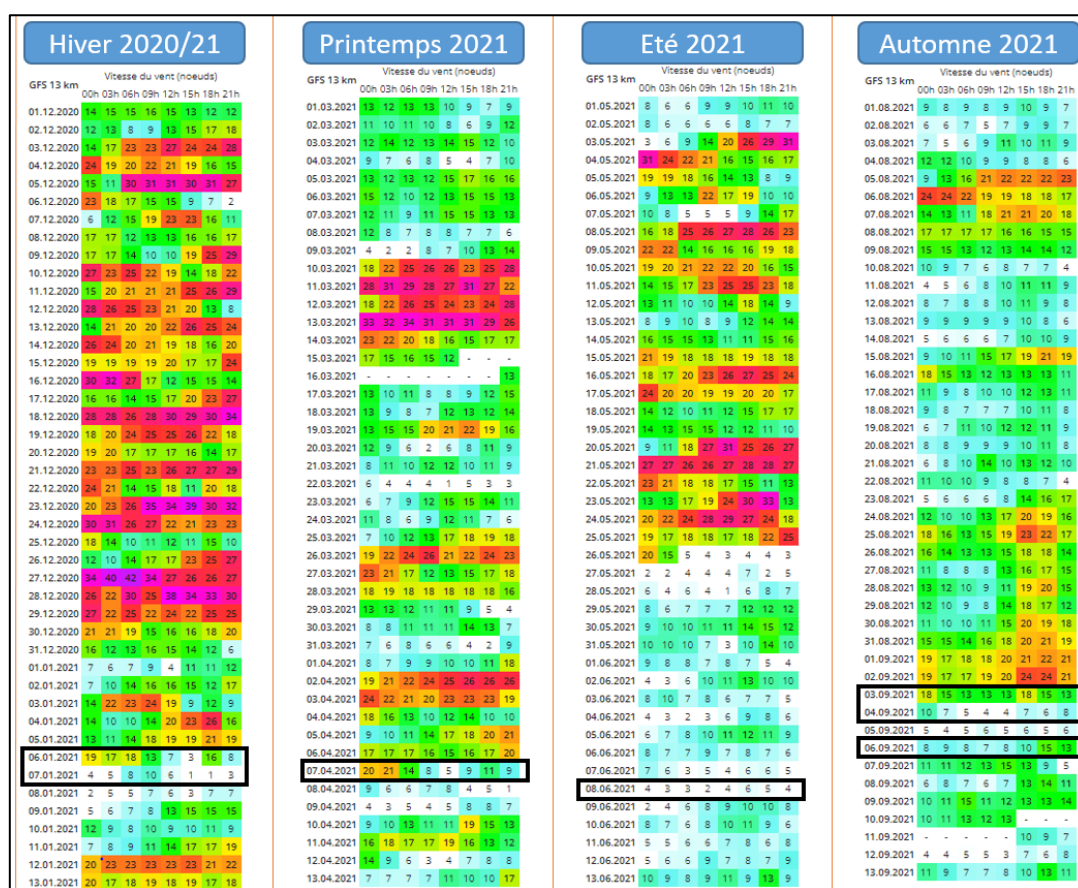
*Kernel Density Estimation* ou l'estimation par noyau est une méthode statistique non paramétrique de l'estimation d'une densité de probabilité d'une variable aléatoire. Cette méthode se base sur un échantillon témoin d'une population statistique et permet d'estimer la densité de la variable étudiée en tout point du support d'étude.



### 3. Résultats

#### a. Conditions d'observation

La principale contrainte de réalisation rencontrée a été l'obtention de créneaux météorologiques favorables et stables, en particulier en automne. Les vitesses établies du vent (en nœuds) pour la station « Lampaul-Plouarzel » ont été résumées pour les 8 campagnes saisonnières effectuées au cours des 2 années d'observation dans la figure 7 ci-dessous. Les encadrés noirs correspondent aux dates de survols réalisés.



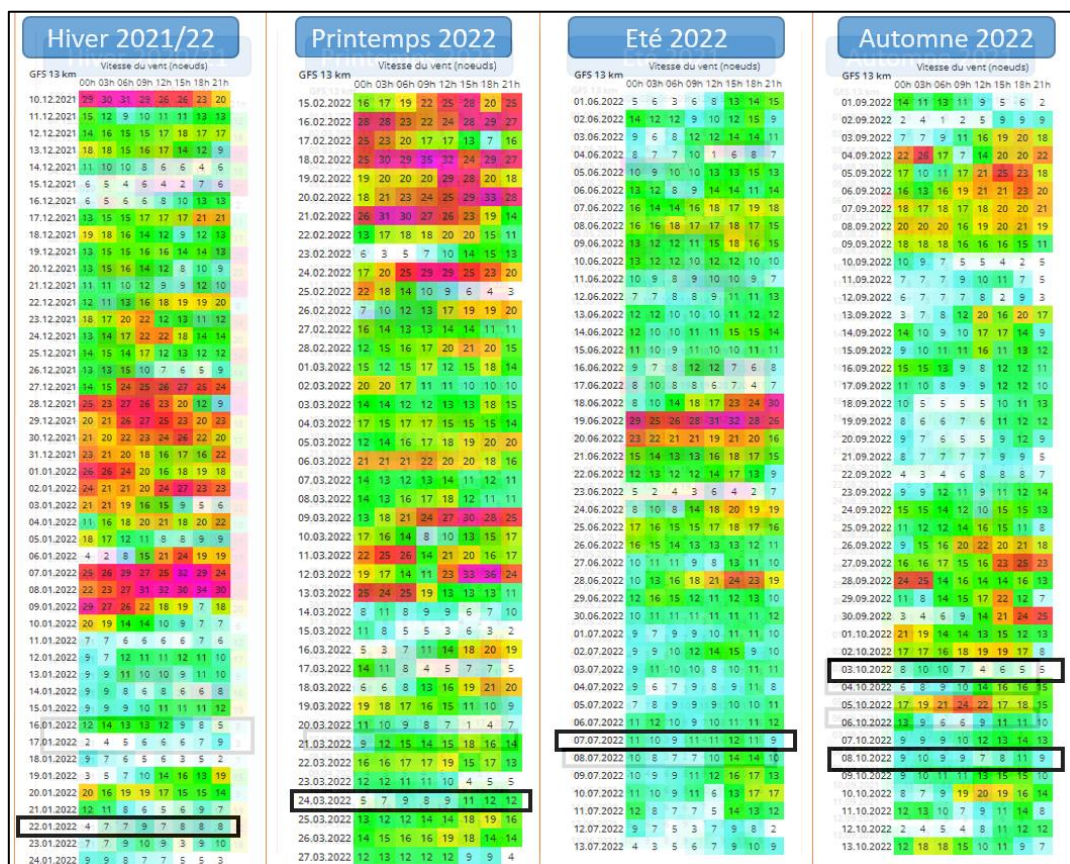


Figure 7. Vitesse du vent en nœuds sur un pas de temps de 3h selon les prévisions windguru pour le spot "Lampaul - Plouarzel". Les encadrés noirs correspondent aux survols réalisés au cours des saisons de l'année 2020-21 (A) et 2021-22 (B).

De plus, au début de chaque survol, les deux observateurs sont tenus d'annoncer une condition subjective d'observation. Dès lors que cette condition d'observation change, une nouvelle condition est annoncée. Ces conditions peuvent être catégorisées subjectivement en 5 : Excellente, Bonne, Moyenne, Faible. Une dernière condition « Terre » peut être annoncée par l'observateur uniquement lorsque l'avion survole une partie terrestre.

Les conditions d'observations telles que perçues par les observateurs ont été collectées pour les vols du printemps 2021 (vol n°2) au vol d'automne 2022 (vol n°8) (Figure 8). Globalement, elles ont majoritairement été considérées comme « Bonne » voir « Moyenne ».

A savoir que les conditions d'observations considérées comme « Excellentes » sont rares puisqu'elles nécessitent une mer lisse, sans vague, sans éblouissement du soleil sur le hublot et sur l'eau, et sans turbidité de l'eau.

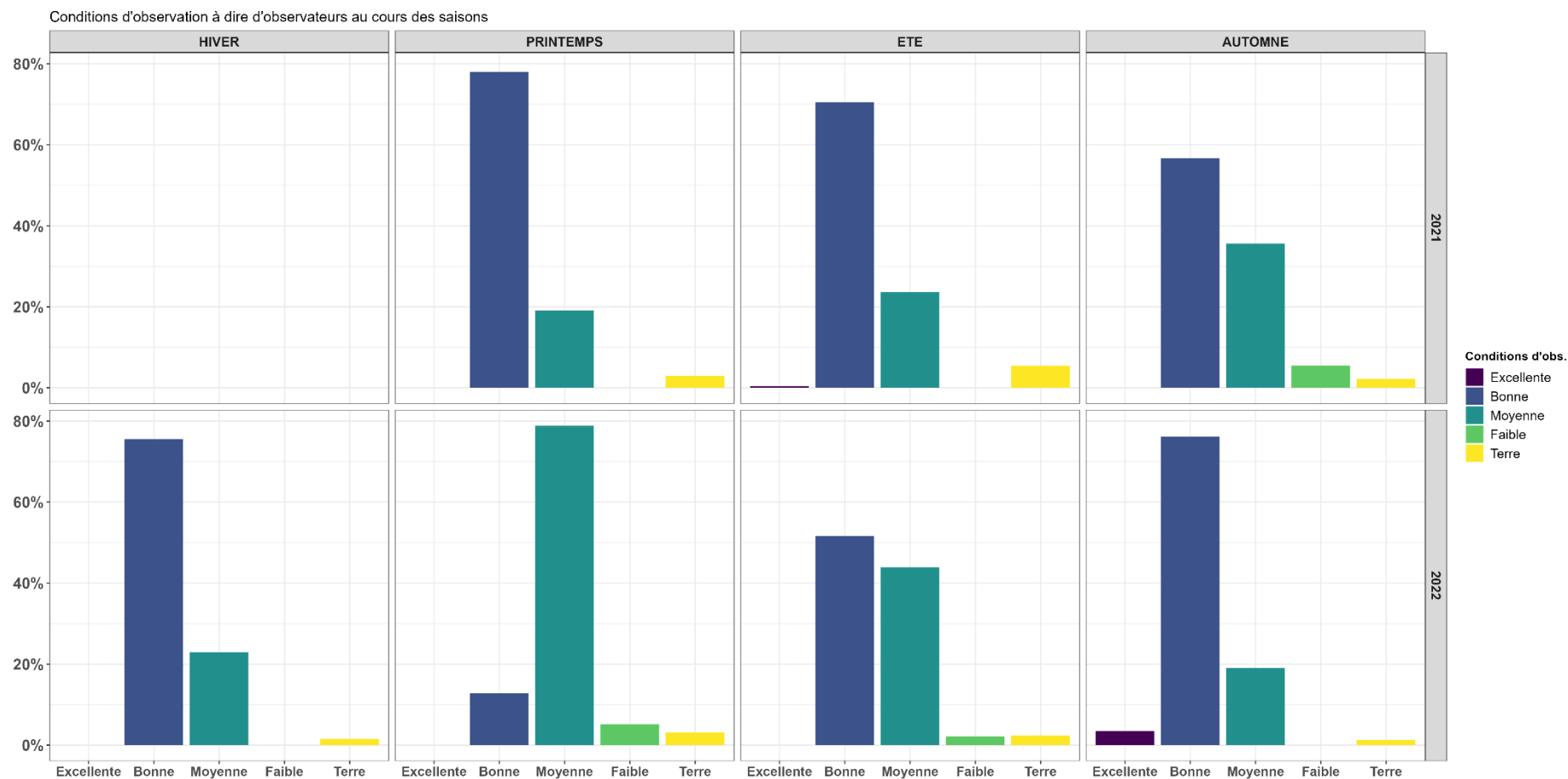


Figure 8. Conditions d'observation au cours des survol



## b. Mammifères marins

### Généralités

A la vue des connaissances actuelles, environ 129 espèces de mammifères marins peuplent actuellement la planète (Shirihai & Jarrett, 2006). Les mammifères marins sont divisés en plusieurs familles et sous-familles.

**Les Cétacés se divisent en deux grandes familles représentant environ 87 espèces au total :**

- Les Odontocètes (cétacés à dents) vivent en troupes aux structures sociales complexes. Ils se nourrissent de céphalopodes (seiches, pieuvres et calmars) et de poissons. Les dauphins, les marsouins, les globicéphales, les orques, le narval, les baleines à bec et les cachalots appartiennent à cette famille ;
- Les Mysticètes (cétacés à fanons) : les dents sont remplacées par des grandes lames fibreuses : les fanons. Les rorquals et baleines (franche, à bosse...) appartenant à cette famille, sont des animaux assez individualistes qui se nourrissent essentiellement de plancton ou autres proies minuscules. Ils filtrent de grandes quantités d'eau au travers de leurs fanons pour collecter leur nourriture.

**Les Pinnipèdes sont des mammifères dont les membres se sont transformés en nageoires. Cette caractéristique leur permet de nager et de se déplacer plus ou moins aisément à terre. Ils sont regroupés en 3 grandes familles pour 34 espèces, dont les 3 principales sont :**

- Les Phocidés (phoques), comme les Phoques veau-marin et gris ou l'Eléphant de mer ;
- Les Odobénidés, famille qui n'englobe qu'une espèce : le Morse ;
- Les Otariidés, qui regroupe toutes les otaries.

Les cétacés restent en permanence dans l'eau. Ils doivent revenir à la surface pour respirer. Leur respiration ne peut donc consister en un acte inconscient comme chez les mammifères terrestres. En effet, même durant leur cycle de sommeil, une partie de leur cerveau doit constamment rester en éveil pour leur permettre de remonter à la surface et renouveler l'air dans leurs poumons.

A la différence des cétacés, les pinnipèdes, qui chassent en mer, reviennent à terre pour le repos, la reproduction et la mue.

### Au sein du Parc Naturel Marin d'Iroise

Les survols aériens 2021 et 2022 ont permis de détecter la présence de 6 espèces de mammifères marins :

- le dauphin commun (*Delphinus delphis*)
- le marsouin commun (*Phocoena phocoena*)



- le dauphin de Risso (*Grampus griseus*)
- le grand dauphin (*Tursiops truncatus*)
- le petit rorqual (*Balaenoptera acutorostrata*)
- le phoque gris (*Halichoerus grypus*)

Les espèces les plus abondantes rencontrées ont été le dauphin commun et le grand dauphin.

L'identification à l'espèce n'est pas toujours possible notamment parce que les critères d'identification peuvent ne pas avoir été observés. Dans ce cas, les observations sont attribuées à un groupe d'espèces possibles. C'est le cas par exemple avec les « petits delphininés » regroupant le dauphin commun et le dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*).

## Le grand dauphin

Le **grand dauphin** (*Tursiops truncatus*) est une espèce largement répandue dans les eaux tropicales et tempérées des mers et océans du monde, avec une population estimée à 600 000 individus (Savouré-Soubelet et al., 2016). En Atlantique Nord-Est, le grand dauphin est davantage observé en Mer Celtique et dans le Golfe de Gascogne ; et dans une moindre mesure en mer d'Irlande et au large des Hébrides (Hammond et al., 2013)

Les campagnes SAMM1 ont mises en évidence une distribution dispersée dans le golfe de Gascogne, en été comme en hiver (Laran et al., 2017; Pettex et al., 2014). L'espèce semble être plus fréquente sur le talus et la zone océanique. Cette préférence d'habitat semble s'expliquer par un gradient de température de surface plus modéré ou à des pentes moyennes lui offrant des conditions propices, probablement pour sa recherche alimentaire (Laran et al., 2017). La campagne hivernale SAMM2 confirme la présence du grand dauphin le long du talus océanique, mais également plus proche de la côte, en mer Celtique et dans la Manche (Laran et al., 2022). Il est toutefois important de garder à l'esprit que deux écotypes distincts (« côtier » et « pélagique ») ont été récemment identifiés à l'aide de marqueurs génétiques (Louis et al., 2014). L'écotype côtier se retrouve près des côtes, du golfe de Saint Malo jusqu'en Galice ; l'écotype pélagique quant à lui se retrouve plus au large dans le golfe de Gascogne (Louis et al., 2014). Dans le périmètre du PNMI, deux groupes de grands dauphins côtiers ont été identifiés, l'un localisé dans l'archipel de Molène et l'autre sur la chaussée de Sein (C. Gicquel, *comm. pers.*).

Au cours des survols réalisés au sein du PNMI, les grands dauphins ont été principalement observés en automne et en hiver (Figure 9), à proximité de l'archipel de Molène, au large d'Ouessant et de Sein. Toutes saisons confondues, 20 groupes de grands dauphins ont été détectés, avec un nombre moyen d'environ 10.9 individus (écart-type = 9.6 individus). Au total, 207 grands dauphins ont été observés. Ce chiffre est à prendre avec précaution, plusieurs mêmes grands dauphins ont pu être détectés au cours des différentes saisons.

Modélisation géostatistique (Kernel density estimation)  
 Nb d'individus de TURTRU

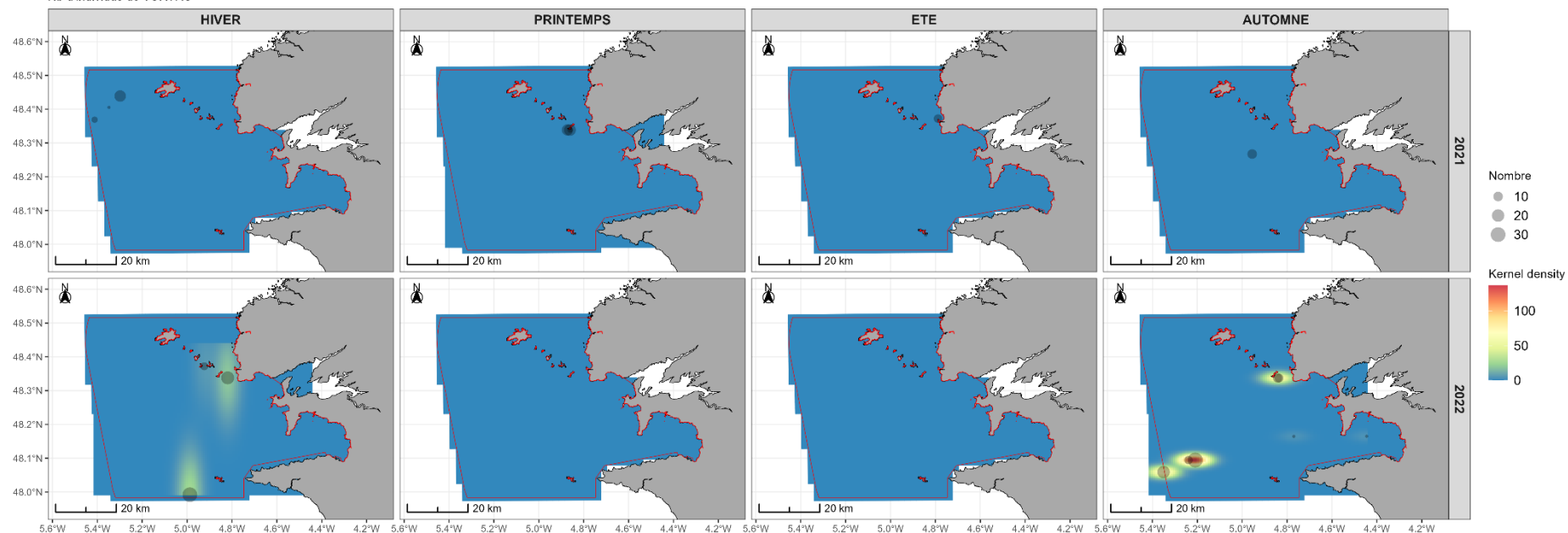


Figure 9. Distribution et densité spatiotemporelle des grands dauphins

L'estimation des densités a été réalisée via une méthode de distance sampling, c'est-à-dire en prenant en compte la probabilité de détection (voir Annexe 1), bien que le nombre d'observations fût relativement faible (Figure 10).

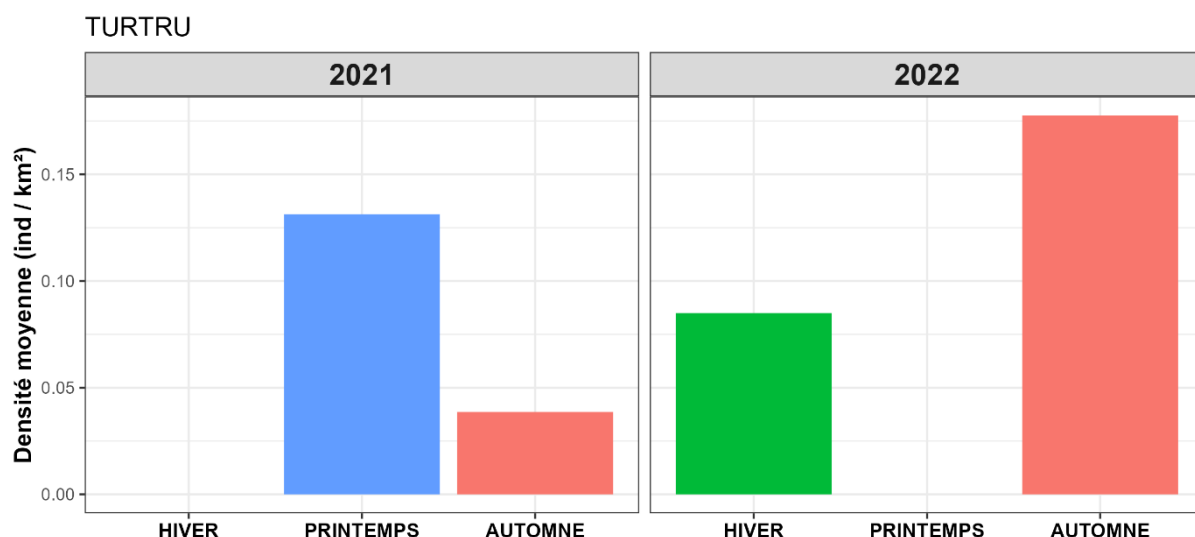


Figure 10. Boxplot des densités de Grand dauphin

Compte tenu du relatif faible nombre d'observations, l'estimation de l'abondance moyenne (+ [Intervalle de confiance 95%]) par saison n'a pu être réalisés que pour les survols d'automne 2022 (622 individus [169 ; 1074]) et du printemps 2021 (459 individus [86 ; 833]). Ces chiffres sont à prendre avec précaution compte tenu de la forte incertitude. De même, les abondances ont été estimées par extrapolation à l'échelle du PNMI ; ce qui induit une très probable surestimation.

### *Les petits delphininés*

Les campagnes d'acquisition de données issues des survols aériens ne permettent pas toujours l'identification au niveau spécifique. C'est le cas notamment pour certaines espèces de dauphins. Le groupe d'espèces nommé « petits delphininés » regroupent les espèces de **dauphins communs** (*Delphinus delphis*) et de **dauphins bleus et blancs** (*Stenella coeruleoalba*).

Le dauphin commun est une espèce présente dans les eaux tropicales et tempérées froides des océans Atlantique, Pacifique et Indien (Braulik et al., 2021). Elle est relativement présente en Atlantique Nord-Est, aussi bien dans les eaux côtières du plateau continental que dans les eaux océaniques plus profondes (Savouré-Soubelet et al., 2016). Des variations saisonnières de répartition ont été mises en évidence au cours des campagnes SAMM1 (Pettex et al., 2014). Le dauphin bleu et blanc est une espèce fréquentant davantage les eaux profondes du talus océanique et du domaine océanique (Hammond et al., 2009; Pettex et al., 2014). Au cours de l'hiver 2021 dans le Golfe de Gascogne, les dauphins communs sont bien plus majoritaires que les dauphins bleus et blancs (rapport moyen de 1 :13 pour l'hiver 2020, (Laran et al., 2022, p. 2).

Au cours des survols réalisés au sein du PNMI, les petits delphininés ont été observés toute l'année. Toutefois, lors du survol estival 2021, seulement 3 groupes (67 individus) ont été détectés. Leur distribution spatiale est assez hétérogène ; ils peuvent se rencontrer sur l'ensemble du PNMI (Figure 11).

Au final, ce sont 262 groupes qui ont été détectés, tous vols confondus, avec un nombre moyen de 4.7 individus par groupe ( $\pm 6.2$  individus). A noter toutefois que la variabilité autour de cette moyenne est importante, certains groupes ont avoisiné les 50 individus.

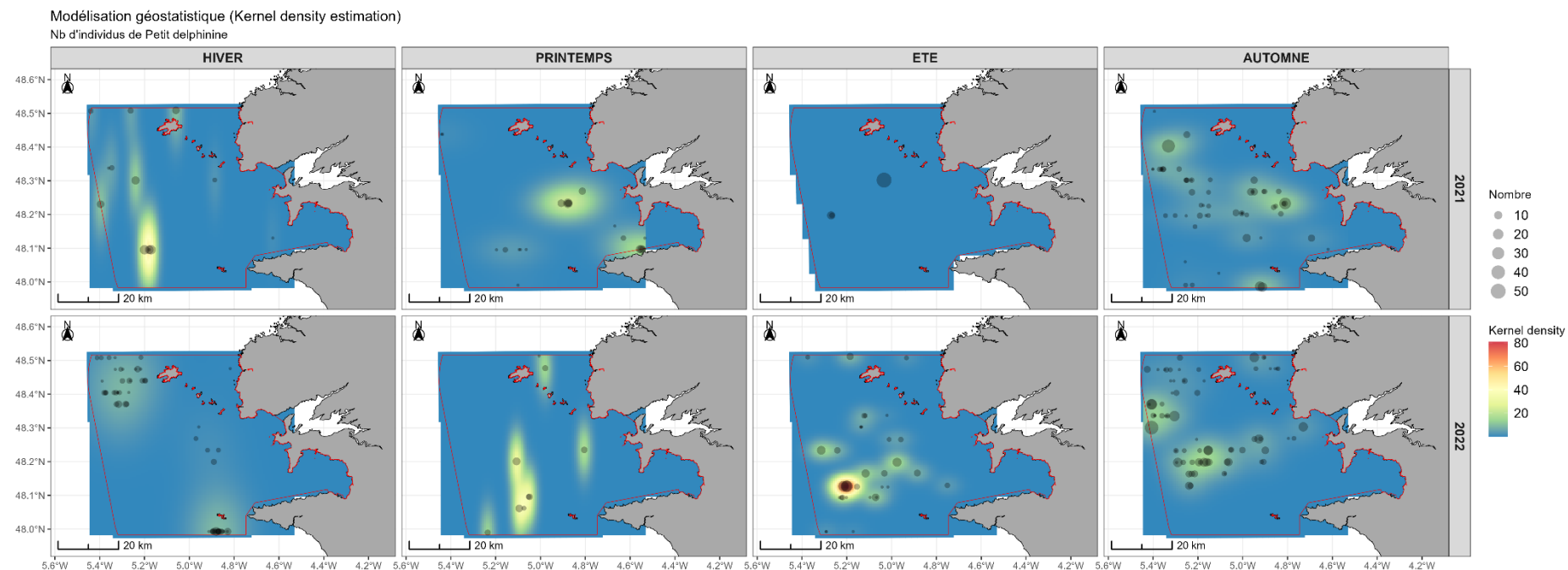


Figure 11. Distribution spatiotemporelle des petits delphininés

A partir de ces observations de petits delphininés, l'estimation des densités a été réalisée via une méthode de distance sampling, c'est-à-dire en prenant en compte la probabilité de détection (voir Annexe 1) (Figure 12). L'ensemble des groupes de petits delphininés observés au cours de l'hiver 2021 se sont trouvés à une distance trop importante des transects (distance supérieure à l'*Effective Strip half-Width* estimée par distance sampling) ; la densité moyenne n'a pas pu être estimée pour ce survol.

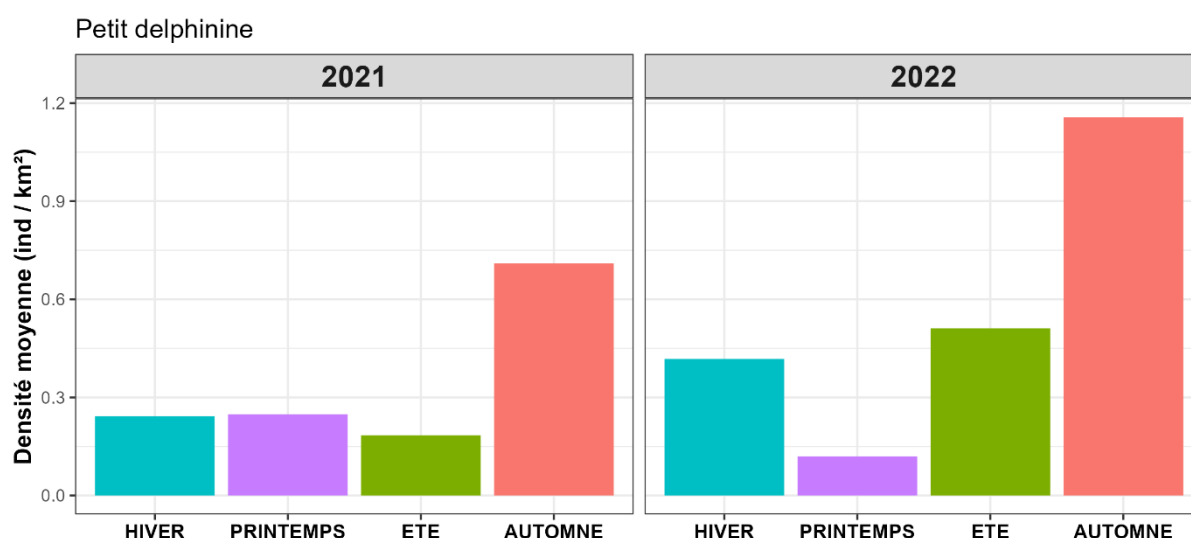


Figure 12. Boxplot des densités moyennes de petits delphininés

Par extrapolation à l'échelle du PNMI, les abondances moyenne ( $\pm$  IC95%) saisonnières estimées sont résumés dans le

Tableau 4. A noter que le coefficient de variation des densité et l'intervalle de confiance des abondances n'ont pas pu être estimés pour le vol de l'été 2021 puisqu'un seul groupe a été détecté.

Groupe	Espèce	Vol	Saison	Densité moyenne	CV densité	Abondance moyenne	Abondance IC 95%
Petits delphininés	Dauphin commun, Dauphin bleu et blanc, petit dauphin ind.	1	Hiver 2021	0.242	83 %	849	[468 ; 1229]
		2	Printemps 2021	0.248	97 %	869	501 ; 1237
		3	Eté 2021	0.184	121 %	644	0 ; 1524
		4	Automne 2021	0.710	143 %	2484	1564 ; 3405
		5	Hiver 2022	0.418	74 %	1462	1168 ; 1756
		6	Printemps 2022	0.120	57 %	419	263 ; 576
		7	Eté 2022	0.511	129 %	1789	1016 ; 2563
		8	Automne 2022	1.16	123 %	4049	2912 ; 5185

Tableau 4. Synthèse des densités et des abondances estimées par distance sampling pour les petits delphininés

**Fait remarquable :** Parmi les 262 groupes de petits delphininés identifiés, les observateurs ont confirmé 235 groupes comme appartenant formellement à l'espèce du dauphin commun. Ce chiffre reste en cohérence avec le ratio 1 :13 annoncé par (Laran et al., 2022).



### *Le marsouin commun*

Le **Marsouin commun** (*Phocoena phocoena*) est la plus petite espèce de cétacé d'Europe (Savouré-Soubelet et al., 2016). Le genre *Phocoena* compte quatre espèces présentes dans les deux hémisphères (Savouré-Soubelet et al., 2016; Braulik et al., 2020). L'ensemble des marsouins communs des côtes françaises appartient à la sous-espèce *Phocoena phocoena phocoena* (Fontaine et al., 2007). Sa distribution est principalement localisée en mer du Nord, et dans une moindre mesure en mer de la Manche, mer d'Irlande, mer Celtique et au large du Portugal (Hammond et al., 2009, 2013).

Lors de survols aériens hivernaux (SAMM1 et SAMM2), les observations de marsouin commun ont été essentiellement réalisées à l'intérieur du plateau pour le golfe de Gascogne (entre la côte et l'isobathe -100 m), en Manche occidentale et dans le sud de la mer du Nord (Laran et al., 2022). Lors de la campagne estivale SAMM1, les observations de marsouin commun étaient davantage localisées en Manche occidentale et au large de la pointe bretonne.

Au cours des survols réalisés au sein du PNMI, les marsouins communs ont été observés du survol de printemps 2021 au survol du printemps 2022, dans l'archipel de Molène, en baie de Douarnenez et au centre du PNMI ainsi qu'à l'hiver 2022 au nord d'Ouessant (Figure 13). Toutefois, seulement quatre individus ont été aperçus séparément au printemps 2021 et 2022. Au total, ce sont 19 groupes qui ont été observés, avec un nombre moyen de 2.3 ( $\pm 1.7$ ) individus par groupe.

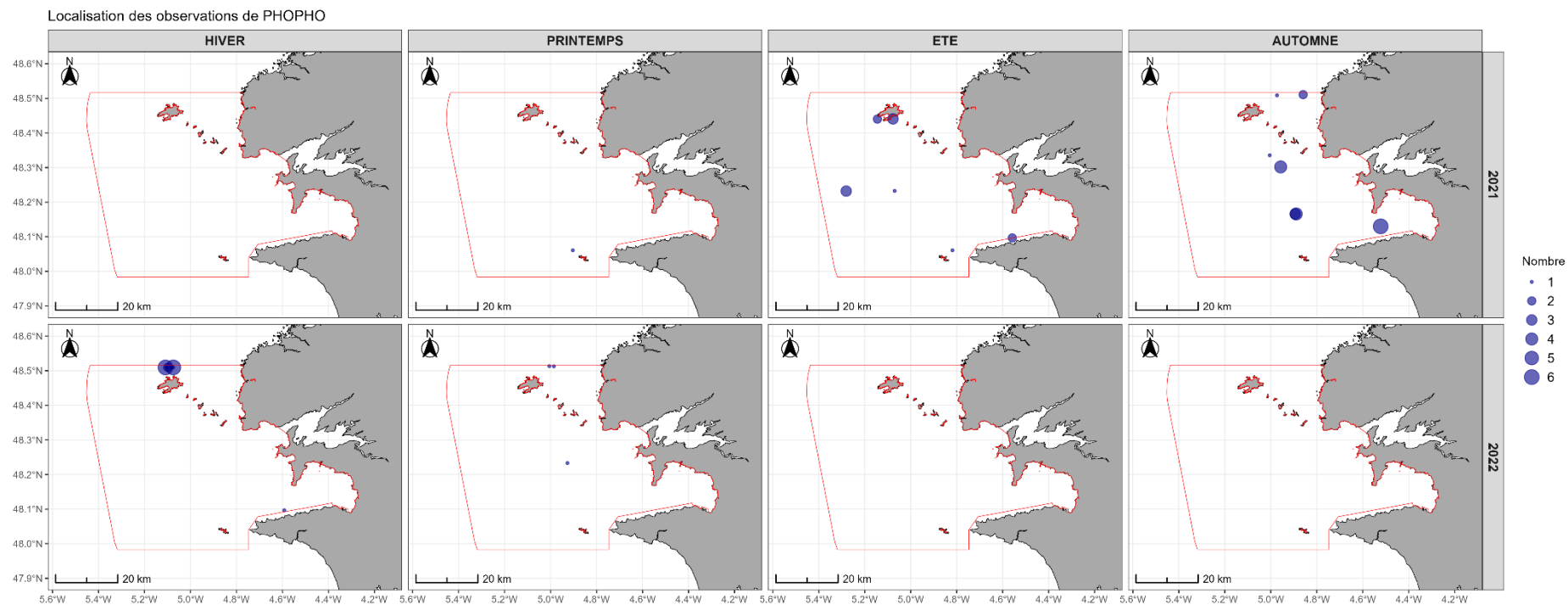
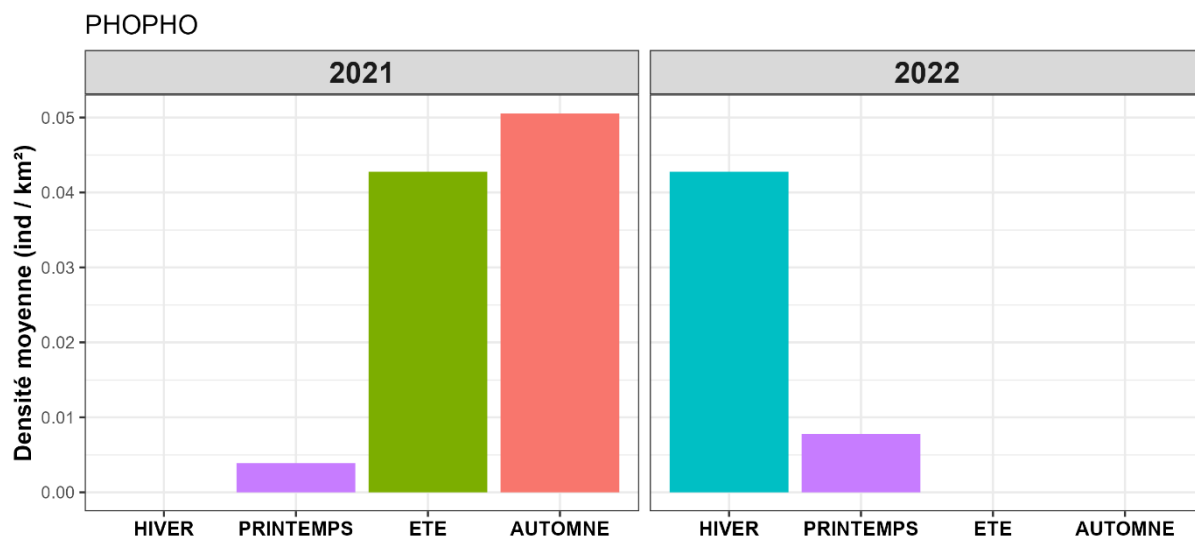


Figure 13. Distribution spatiotemporelle du marsouin commun



Le faible nombre d'observations acquises au cours des survols ne permet pas l'utilisation de modèle géostatistique de type Kernel. L'estimation de densités moyennes et d'abondances au sein du PNMI sont à prendre avec beaucoup de précaution compte tenu de l'extrapolation à l'échelle du PNMI et du faible nombre de groupes détectés. Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5. Synthèse des densités et des abondances estimées par distance sampling pour les marsouins communs

Groupe	Espèce	Vol	Saison	Densité moyenne	CV densité	Abondance moyenne	Abondance IC 95%
Phocoenidés	Marsouin commun	1	Hiver 2021	0	0	0	0
		2	Printemps 2021	0.00389	/	14	/
		3	Eté 2021	0.0428	38 %	150	[100 ; 200]
		4	Automne 2021	0.0505	80 %	177	[53 ; 301]
		5	Hiver 2022	0.0428	99 %	150	[20 ; 279]
		6	Printemps 2022	0.00778	/	27	/
		7	Eté 2022	0	0	0	0
		8	Automne 2022	0	0	0	0

## Les Globicéphalinés

Dans les eaux métropolitaines françaises, les globicéphalinés regroupent le globicéphale noir (*Globicephala melas*) et le dauphin de Risso (*Grampus griseus*) (Laran et al., 2017; Pettex et al., 2014).

Le globicéphale présente une distribution annuelle dans l'Atlantique, avec une forte affinité pour les eaux profondes du talus océanique du golfe de Gascogne. Il peut être cependant observé en zone côtière, lors de l'été, dans la partie Nord du golfe de Gascogne (Savouré-Soubelet et al., 2016).

Le dauphin de Risso a des patterns de répartition proche de ceux du globicéphale noir. L'espèce est régulièrement rencontrée au large des côtes métropolitaines françaises, majoritairement le long du talus continental du golfe de Gascogne et en Manche occidentale (Kiszka et al., 2007). En été et à l'automne, l'espèce fréquente davantage les côtes bretonnes où il est fréquemment observé de la baie de Douarnenez à la baie du Mont Saint Michel (Kiszka et al., 2004).

Au cours de la campagne SAMM1, les observations se sont presque exclusivement limitées au talus et à la strate océanique, à l'exception de quelques observations côtières à la pointe Bretagne au cours de l'hiver 2011. Les observations ont toutefois été plus élevées au cours de l'été 2012 (Pettex et al., 2014). Toutefois, un contraste de distribution entre les deux cycles SAAM est apparu comme relativement important au sein de ce groupe. Au cours du second cycle SAMM (SAMM2), les densités de dauphin de Risso ont significativement augmenté alors que celle de globicéphale noir ont significativement diminué.

Au cours des survols réalisés au sein du PNMI, les globicéphalinés (tous identifiés à l'espèce comme étant des dauphins de Risso) ont été observés dans l'archipel de Sein au printemps 2021 (Figure 14). Trois groupes ont été observés, pour un total de 12 individus.

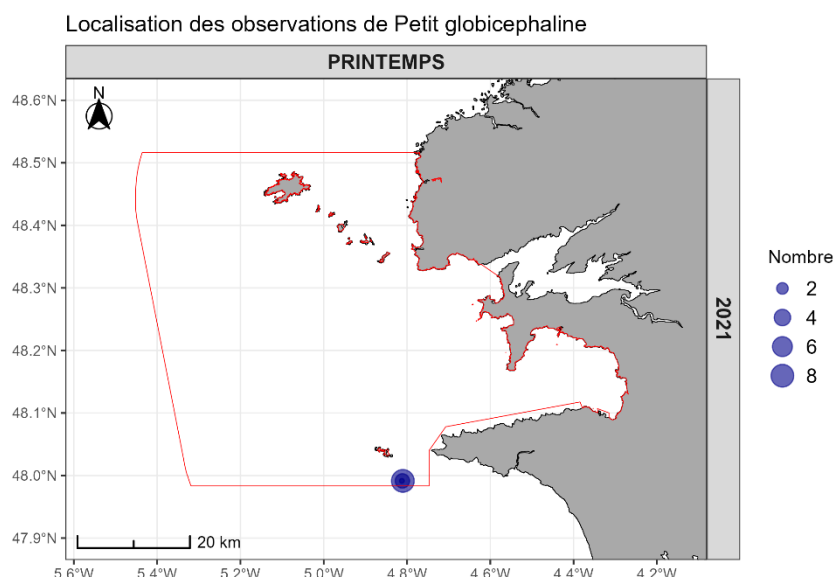


Figure 14. Distribution spatiotemporelle des globicéphalinés (Dauphin de Risso en l'occurrence)

Le faible nombre d'observations acquises au cours des survols ne permet pas l'estimation des densités et des abondances au sein du PNMI.

## Le petit rorqual

La présence de deux petits rorquals (*Balaenoptera acutorostrata*) a été détectée au cours de l'été 2021 au large de l'archipel de Sein et au cours de l'automne 2021 dans le centre du PNMI (Figure 15)

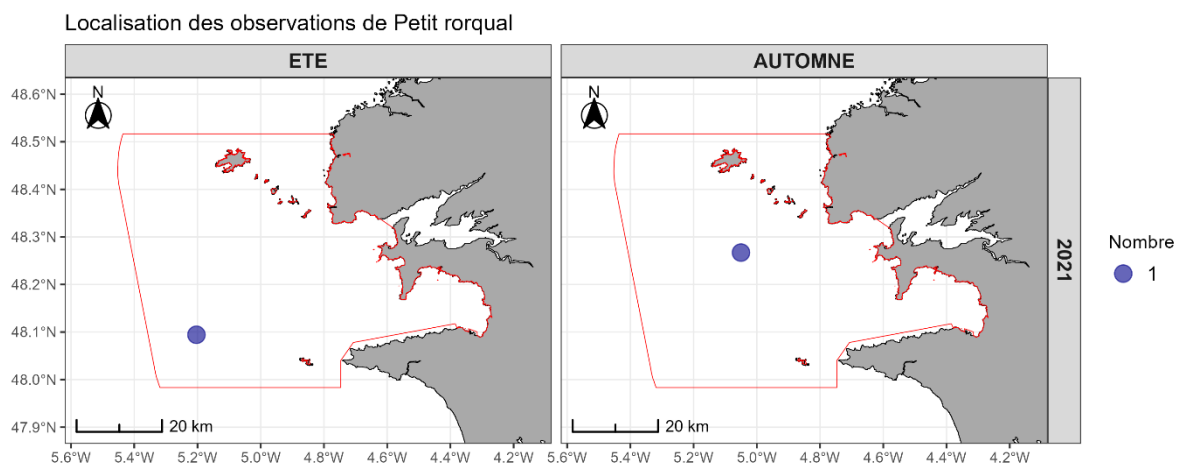


Figure 15. Localisation des petits rorquals détectés à l'été et l'automne 2021

Le faible nombre d'observations acquises au cours des survols ne permet pas l'estimation des densités et des abondances au sein du PNMI.

### *Les phoques*

Les phoques en pleine mer ne sont qu'occasionnellement détectés lors des campagnes aériennes et sont très peu identifiées à l'espèce (phoque gris ou veau-marin). Compte tenu de la situation géographique du PNMI et des nombreuses études réalisées, l'ensemble des détections peuvent vraisemblablement être considéré comme étant du phoque gris (*Halichoerus grypus*) bien que 6 phoques veaux-marins (*Phoca vitulina*) résident en permanence dans l'archipel de Molène (C. Gicquel, *comm. pers.*)

Un groupe de 75 individus a été détecté au printemps 2021, un autre groupe de 20 individus à l'automne 2022 et 4 individus solitaires en hiver 2021 et 2022. L'ensemble des observations ont été réalisées dans l'archipel de Molène (Figure 16).

# Localisation des observations de Phoque

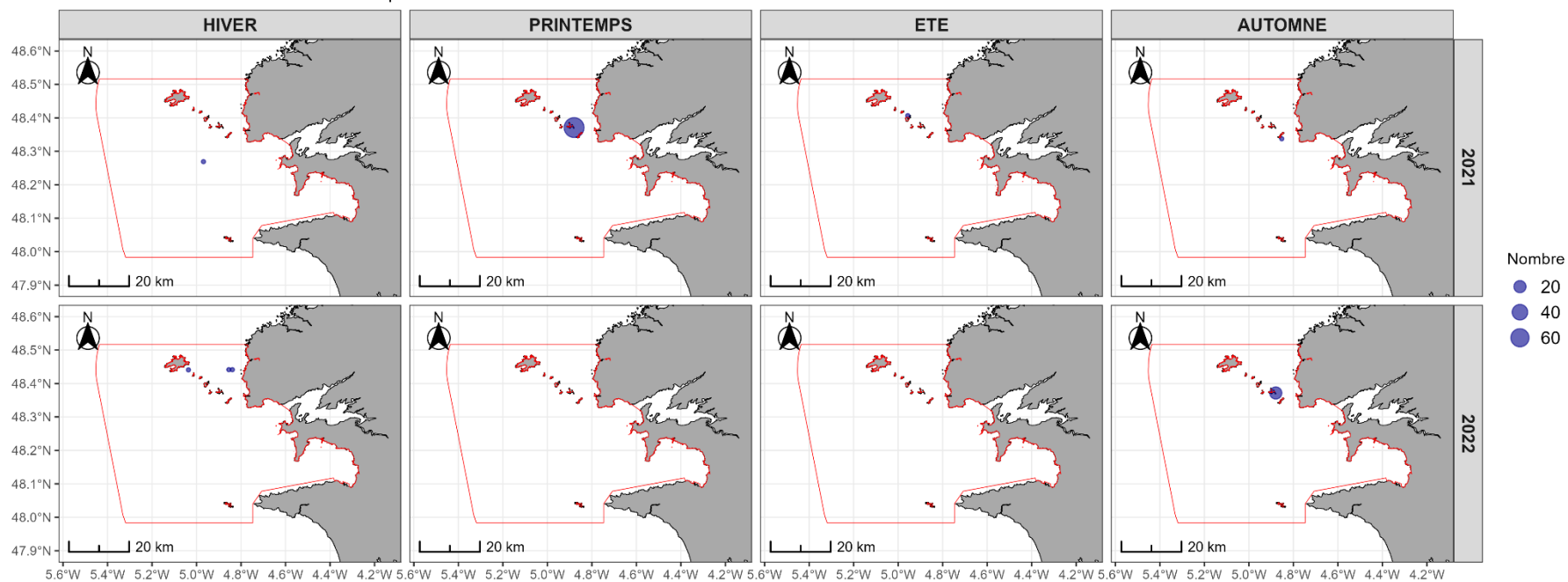


Figure 16. Localisation des observations de phoque gris

## c. Avifaune

### Généralités

Les oiseaux marins comptent environ 290 espèces, soit seulement 3% des espèces d'oiseaux du monde entier (Cadiou and Monnat, 2004). Leur cycle biologique est partiellement ou totalement inféodés au milieu marin. En termes de dynamique de population, les oiseaux marins sont caractérisés par une stratégie démographique dites de type « K ». Ce sont des espèces longévives présentant un taux de survie (jeunes et adultes) élevé. Elles sont également caractérisées par une maturité sexuelle tardive ainsi qu'une faible descendance (Courbin et al., 2022).

### En mer d'Iroise

De par sa situation géographique et la diversité de son littoral, la Bretagne fait partie des régions françaises regroupant à la fois le plus grand nombre d'espèces nicheuses et d'effectifs d'oiseaux marins (Cadiou and Monnat, 2004).

Située au sud de la mer Celtique et au Nord du Golfe de Gascogne, la mer d'Iroise offre un écosystème particulièrement contrasté. La mer d'Iroise est parsemée de récifs, animée par de forts courants de marée provenant d'étroites passes. Des vitesses de courants atteignant 6 à 8 nœuds ont déjà été enregistrées en période de vives eaux dans le chenal du Fromveur et dans le raz de Sein. De plus, la mer d'Iroise se situe sur la trajectoire de nombreuses dépressions, avec des phénomènes de tempêtes hivernales principalement observés en hiver. Enfin, la présence d'un front de marée saisonnier relativement marqué (front d'Ouessant) fait de la mer d'Iroise un écosystème très productif.

Ces conditions marquées font de la mer d'Iroise et de sa côte un hotspot de biodiversité pour l'avifaune, où les différentes espèces rencontrées peuvent y trouver une zone d'alimentation, une aire d'hivernage, de nidification ou de haltes migratoires.

### *Bilan des observations*

Durant les 8 campagnes de survol, 24 692 oiseaux marins et côtiers ont été dénombrés. 33 espèces d'oiseaux marins ont été formellement identifiés à l'espèce. Parmi ces 24 692 oiseaux dénombrés, 24 224 oiseaux ont été recensés à travers 9 groupes d'oiseaux majoritaires (Tableau 6).

En regroupant les observations par famille d'oiseaux, ce sont les Alcidés, les Sulidés, les Laridés et les Procellariidés qui ont été le plus souvent détectés et les plus nombreux (Tableau 6, Figure 18).

Il ressort de ce tableau que l'hiver et l'automne sont les saisons ayant eu le plus grand nombre d'individus et de groupe observés, en particulier pour les Alcidés, les Laridés (autres que les Sternidés) et Phalacrocoracidés (Tableau 6, Figure 17, Figure 18).

Quant à elle, l'été est la saison où le moins d'individus et de groupes ont été recensés (Tableau 6, Figure 17, Figure 18).





Enfin il ressort que l'automne, le printemps et l'été sont les saisons où le ratio (somme d'individus observés / nombre de groupe détectés) est le plus élevé ; laissant penser que le PNMI serait une zone d'halte migratoire pour certaines espèces, en particulier pour les Procellariidés formant de large radeaux (Figure 19).

Tableau 6. Synthèse du nombre de groupes et d'individus dénombrés, par famille d'oiseaux, au cours des différentes saisons suivies

Groupe	Printemps		Eté		Automne		Hiver		Total	
	Nombre groupes	Somme individus	Nombre groupes	Somme individus	Nombre groupes	Somme individus	Nombre groupes	Somme individus	Nombre groupes	Somme individus
Alcidés	957	2 305	9	18	187	386	5 348	5 971	6 501	8 680
Sulidés	297	606	323	683	910	2 691	209	236	1 739	4 216
Laridés	358	930	345	782	410	1 007	1 783	2 062	2 896	4 781
Sternidés	18	40	5	6	62	189	5	5	90	240
Phalacrocoracidae	35	59	39	87	62	139	211	397	347	682
Stercorariidae	1	1	2	2	20	22	5	5	28	30
Procellariidae	88	701	40	647	182	3 831	8	10	318	5 189
Hydrobatidae	0	0	8	8	129	342	0	0	137	350
Gavidae	14	19	1	2	0	0	30	35	45	56
<b>Total</b>	<b>1 768</b>	<b>4 661</b>	<b>772</b>	<b>2 235</b>	<b>1 962</b>	<b>8 607</b>	<b>7 599</b>	<b>8 721</b>	<b>12 101</b>	<b>24 224</b>

Nombre de groupes détectés par saison  
 (!) Attention l'échelle des ordonnées s'adapte à la saison

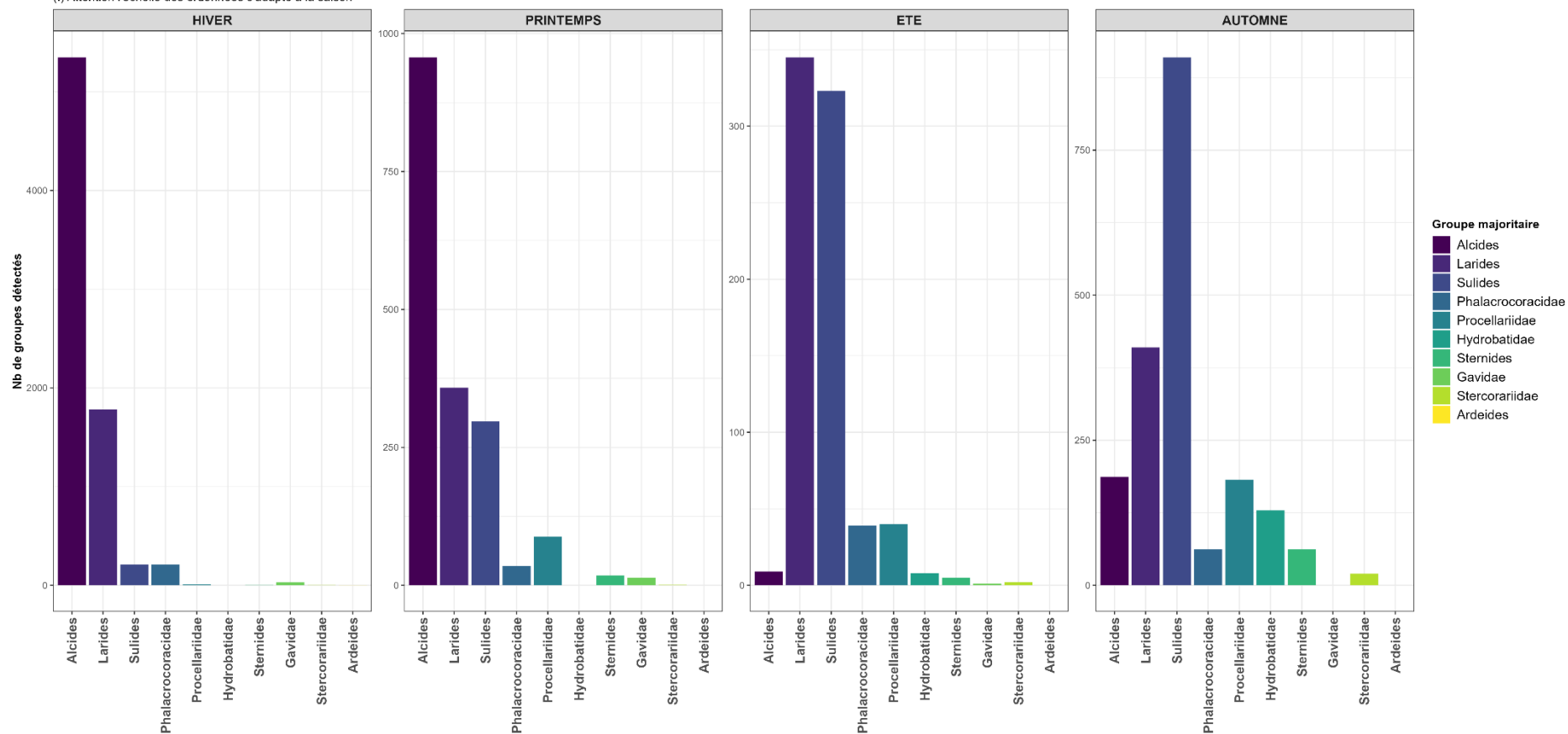


Figure 17. Synthèse avifaune - Nombre de groupes détectés par saison. Uniquement les groupes majoritaires ont été conservés

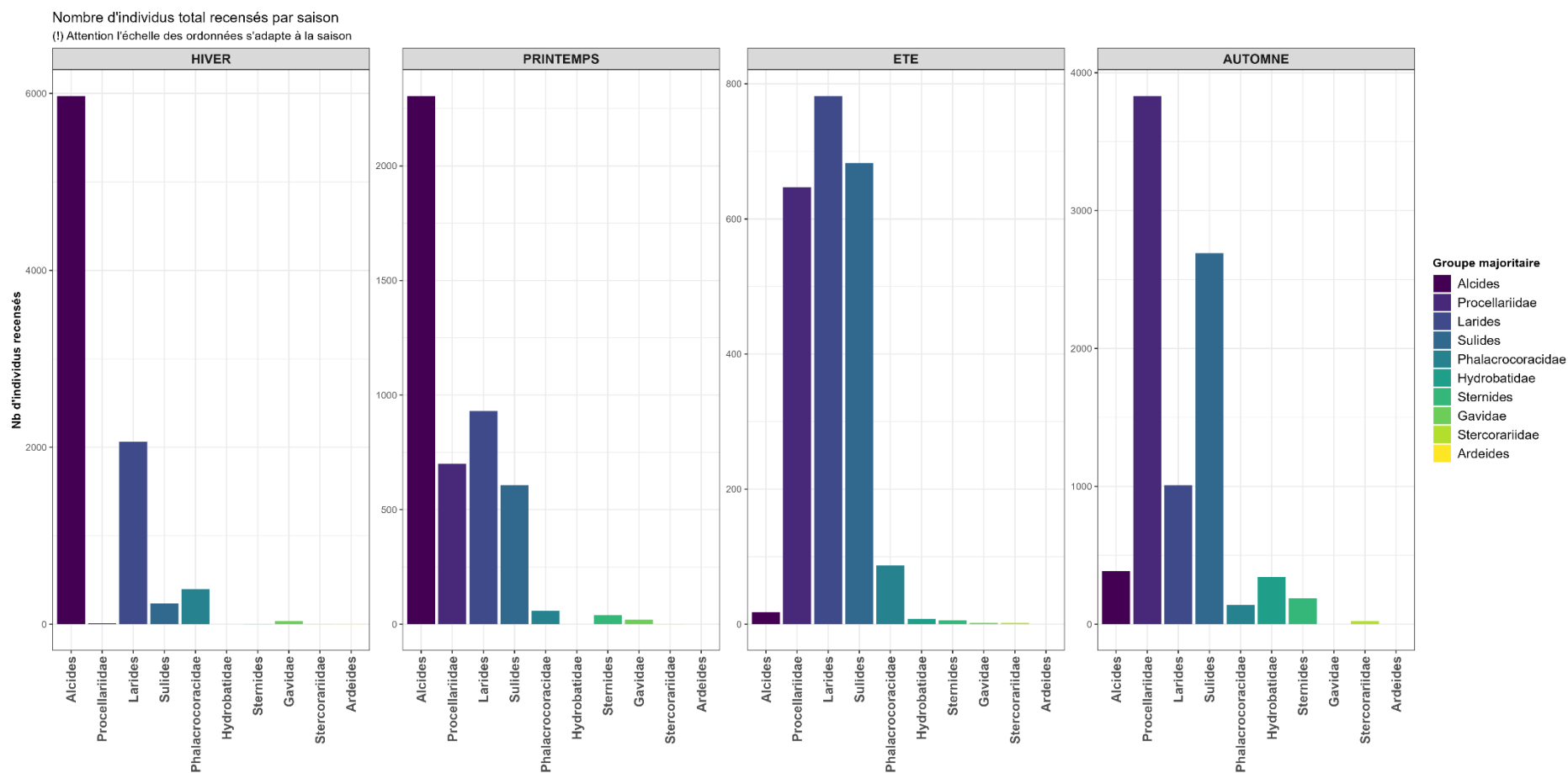


Figure 18. Synthèse avifaune - Nombre total d'individus comptés pour chaque groupe et par saison. Uniquement les groupes majoritaires ont été conservés

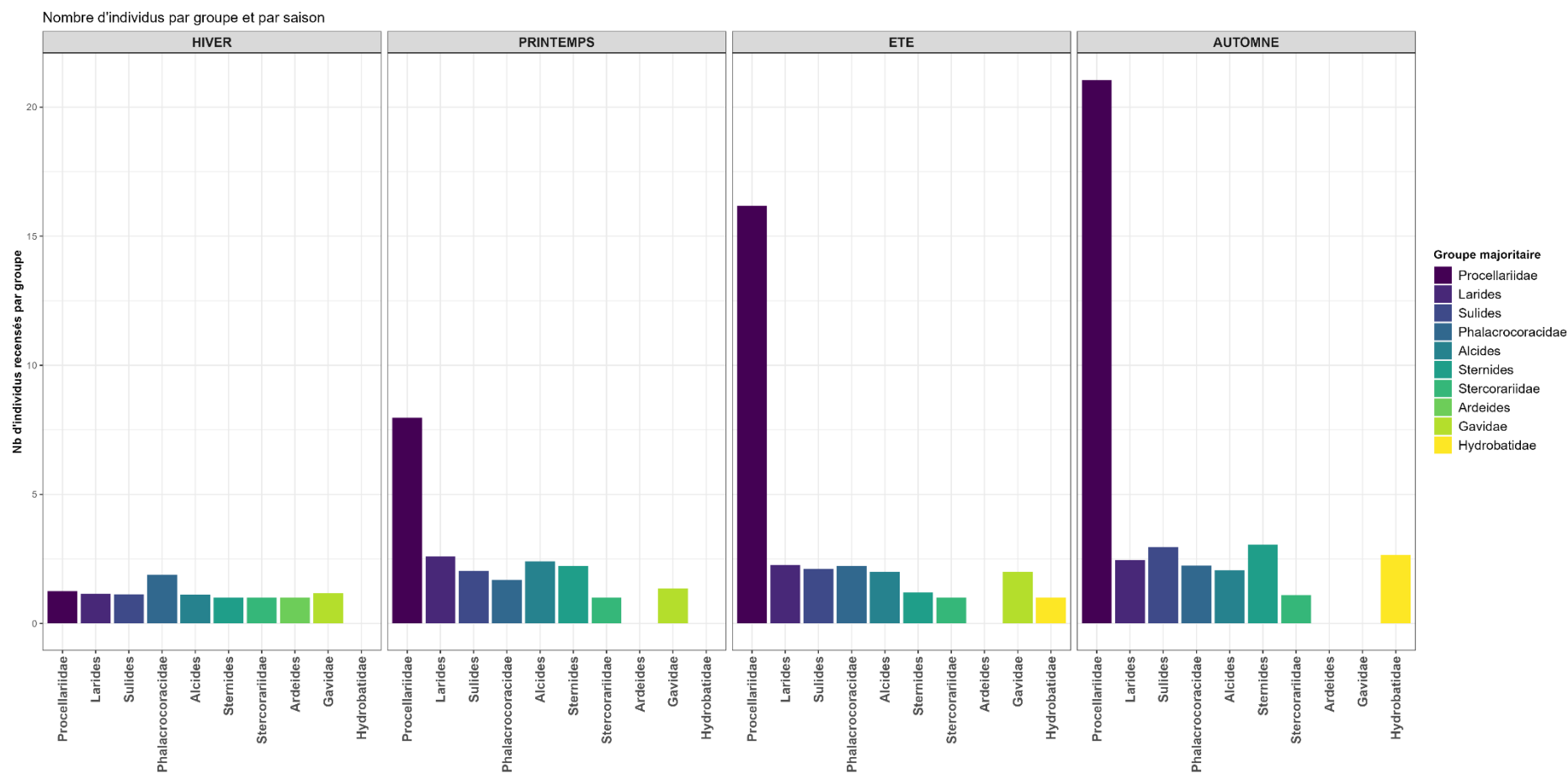


Figure 19. Synthèse avifaune – Nombre d'individus par groupe et par saison. Uniquement les groupes majoritaires ont été conservés

### Les Alcidés

Les alcidés font parties des espèces les plus observées en hiver lors des campagnes SAMM1. Trois espèces sont majoritairement observés en Atlantique : le guillemot de Troïl, le macareux moine et le pingouin torda.

Le **Guillemot de Troïl** (*Uria aalge*), est une espèce polytypique qui niche dans l'Atlantique Nord jusqu'au Portugal qui représente la limite sud-est de son aire de nidification. La sous-espèce nordique *U. a. aalge* (Islande, Norvège) est en déclin significatif, tandis que la sous-espèce méridionale *U. a. albionis* (France, sud de la Grande-Bretagne) semble maintenir ses effectifs. En France, il est un nicheur rare mais un migrateur et hivernant commun en mer (Dubois et al., 2008). Si le Guillemot de Troïl nichait au 19<sup>ème</sup> siècle sur le littoral cauchois et au cap de la Hague, la totalité de la population nicheuse française estimée en 2013 entre 314 et 334 couples, se situe aujourd'hui en Bretagne et principalement dans les Côtes-d'Armor (Cadiou et al., 2013). Cette population augmente légèrement depuis les années 1990 mais reste négligeable par rapport aux 2 millions de couples mondiaux dont les effectifs se partagent entre les îles Britanniques et l'Islande (Staneva and Burfield, 2017). L'espèce se nourrit essentiellement de poissons et les zones de pêches les plus fréquentées sont situées sur des fonds de moins de 50 mètres. La majorité des reproducteurs s'alimente dans un rayon de 50 km autour de leur colonie (Rocamora and Yeatman-Berthelot, 1999). Historiquement, la presqu'île de Crozon (îlots du Toulinguet et des Tas de Pois) comportait plus d'une centaine de couples reproducteurs au début du 20<sup>ème</sup> siècle. A ce jour, seul quelques couples s'y maintiennent encore (Cadiou and Monnat, 2004).

Le **Pingouin torda** (*Alca torda*), est une espèce polytypique de l'Atlantique Nord, représentée en Europe par la sous-espèce *A. t. islandica* qui niche de l'Islande à la Bretagne, sa limite méridionale. L'espèce se nourrit principalement de petits poissons, s'alimentant en période de reproduction, dans un rayon inférieur à 30 km autour des colonies (Rocamora and Yeatman-Berthelot, 1999). En France, c'est un nicheur très rare et un migrateur et hivernant commun en mer (Dubois et al., 2008). Comme pour le guillemot de troïl, le pingouin torda nichait au 19<sup>ème</sup> siècle sur le littoral normand mais la totalité de la population nicheuse française estimée en 2012 entre 46 et 48 couples, se situe aujourd'hui en Bretagne et principalement aux Sept-Iles et au cap Fréhel (Cadiou et al., 2013). Historiquement, l'espèce est mentionnée comme nicheuse dès le 19<sup>ème</sup> siècle sur les îlots des Tas de Pois et du Toulinguet. A ce jour, la reproduction du pingouin torda reste exceptionnelle (Cadiou and Monnat, 2004).

Le **Macareux moine** (*Fratercula arctica*) est une espèce monotypique de l'Atlantique Nord représentée en Europe par la sous-espèce *F. a. grabae* qui niche jusqu'en Bretagne, sa limite méridionale. L'espèce niche en colonie dans un terrier qu'il creuse lui-même où il pond un œuf unique. Il est considéré comme un nicheur, migrateur et hivernant rare en France (Dubois et al., 2008). L'effectif nicheur breton et français, serait de l'ordre de 164 à 187 couples en 2012, situé essentiellement aux Sept-Iles (Cadiou et al., 2013). Historiquement, plusieurs couples nicheurs ont été mentionnés dans l'archipel de Molène, sur les îlots d'Ouessant et sur les ilots du Toulinguet. A ce jour, la reproduction du macareux moine reste exceptionnelle (Cadiou and Monnat, 2004) avec quelques suspicions de nidification sur l'îlot de Keller ces dernières années (C. Gicquel, *comm. pers.*).

Au cours des 8 survols saisonniers 2021/2022 au sein du PNMI, plusieurs observations d'Alcidés ont été faites lors des survols sans qu'il ne soit possible d'identifier l'espèce. En effet, la distinction formelle

des 3 espèces n'est pas possible en suivi aérien. Après discussion avec les observateurs, l'essentiel des Alcidés détectés serait des Pingouins torda ou des Guillemots de Troïl.

Les Alcidés sont principalement abondants en hiver et au printemps. Ils sont rares voir absents en été et en automne (Tableau 7, Figure 20, Figure 21).

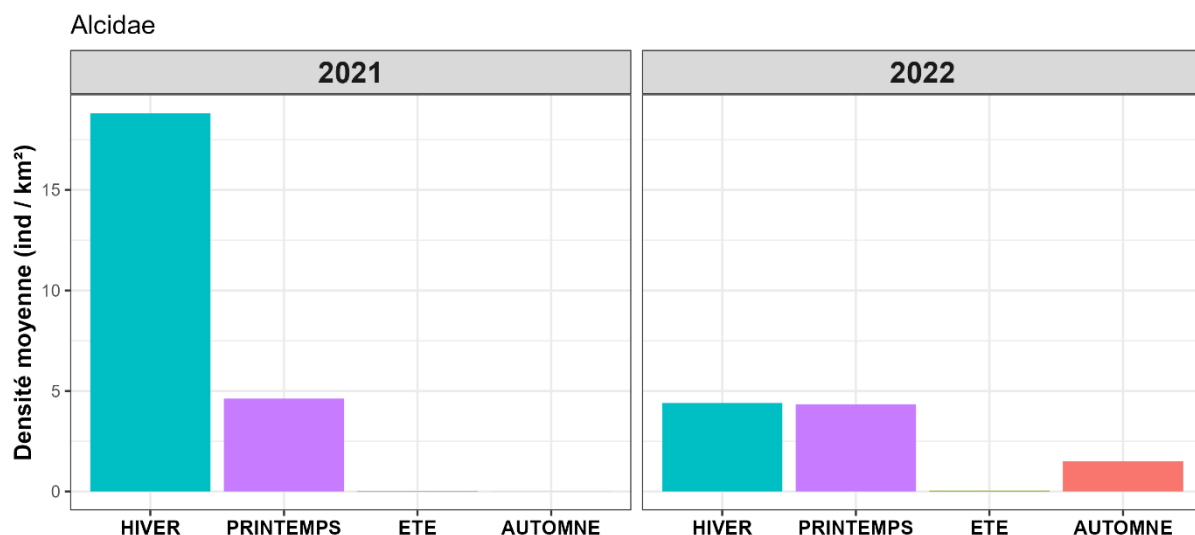


Figure 20. Variation de la densité moyenne des Alcidés lors de chaque survol

Le Tableau 7 résumé les différentes estimations de densité et d'abondances au cours des 8 survols. Les estimations pour l'hiver 2021 (vol digitalisé) sont vraisemblablement largement surestimé, dans la mesure où l'identification des espèces se fait photo par photo, à un pas de temps de 0.90 seconde. L'algorithme identifie donc énormément de groupes, très proches, comportant majoritairement 1 individu (cf Figure 21 pour l'hiver 2021). L'écart-type autour de la moyenne du nombre d'individu par groupe est donc très faible, rendant des incertitudes très faibles.

Tableau 7. Synthèse des densités et abondances saisonnières estimées à l'échelle du PNMI pour les Alcidés

Groupe	Espèce	Vo l	Saison	Densité moyenne	CV densité	Abondance moyenne	Abondance IC 95%
Alcidés	Guillemot de Troïl, Pingouin torda, Macareux moine	1	Hiver 2021	18.8	5 %	65 851	[65 752 ; 65 951]
		2	Printemps 2021	4.63	102 %	16194	[14653 ; 17735]
		3	Été 2021	0.0272	29 %	95	[69 ; 122]
		4	Automne 2021	0.00389	/	14	/
		5	Hiver 2022	4.40	112 %	15 405	[13916 ; 16893]
		6	Printemps 2022	4.34	99 %	15 173	[13878 ; 16469]
		7	Été 2022	0.0428	59 %	150	[72 ; 227]
		8	Automne 2022	1.50	98 %	5 239	[4505 ; 5974]



Les Alcidés sont globalement distribués uniformément au sein du PNMI, bien que certaines zones semblent favorisées, comme la baie de Douarnenez ou le Nord de l'archipel de Molène.

A noter également la détection d'un macareux moine, formellement identifié au large de l'archipel de Sein lors du survol hivernal de 2022 (cf. Figure 52).



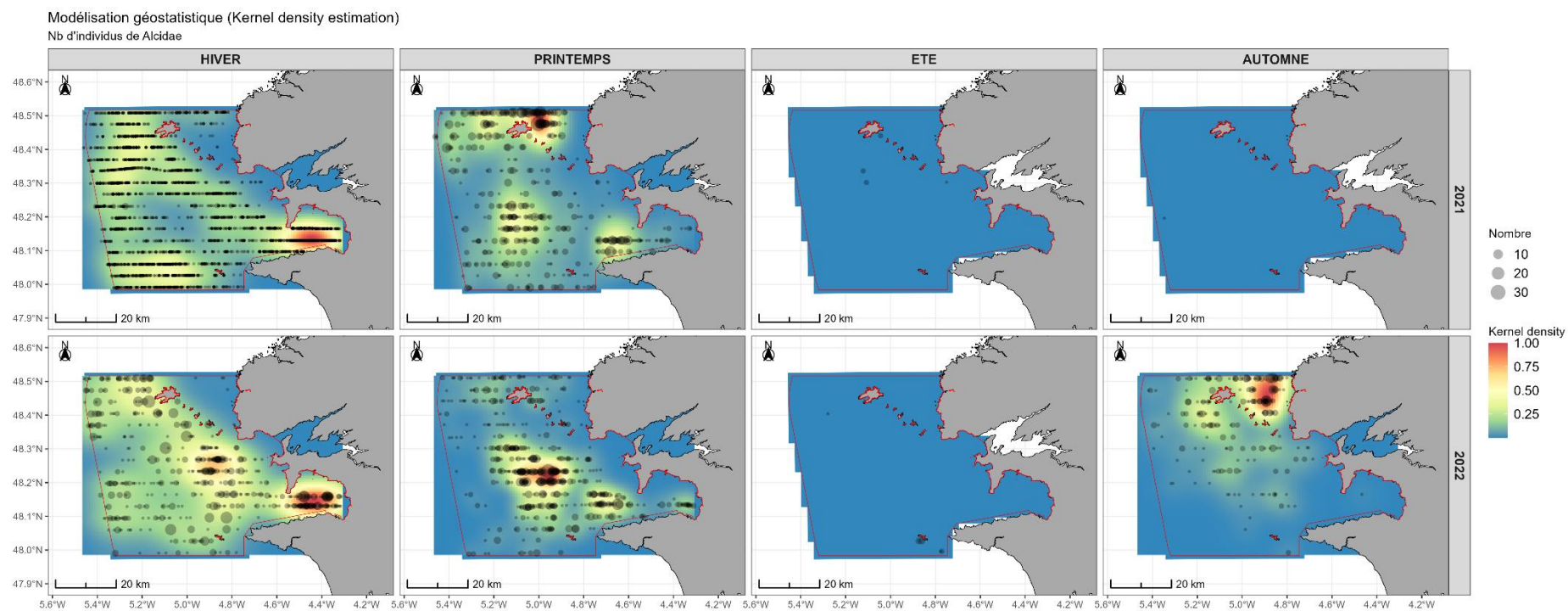


Figure 21. Distribution et densité spatio-temporelle des effectifs d'Alcidés détectés

## Les Hydrobatidés

Les Hydrobatidés observées au cours des différentes campagnes d'observations nationales ou régionales dans le golfe de Gascogne regroupent trois espèces : l'océanite tempête, l'océanite culblanc et l'océanite de Castro. Au cours des survols aériens, les Hydrobatidés ne sont pas identifiables à l'espèce ; bien que l'océanite tempête semble être l'espèce la plus vraisemblablement observée.

L'**Océanite tempête** (*Hydrobates pelagicus*) est le plus petit et le plus léger des oiseaux marins d'Europe (masse moyenne de 26g pour une envergure de moins de 40 cm). Cette espèce vit essentiellement en pleine mer où elle se nourrit principalement d'organismes marins planctoniques ou de petits poissons jusqu'à la limite du talus continental et ne revient à terre que pour les besoins de la reproduction (Cadiou & Mahéo, 2019). En hiver, les individus migrent au large des côtes africaines et reviennent pour la nidification au printemps où ils nichent dans des cavités. En France, la reproduction de l'Océanite tempête s'étend de fin avril (installation des couples) à fin octobre (derniers envols des poussins). La Bretagne, est en particulier l'archipel de Molène, compte environ 800 couples répartis sur une vingtaine de colonies pour l'année 2018, soit près de 90% de la population française atlantique (Cadiou and Monnat, 2004; Cadiou and Mahéo, 2019).

Les océanites sont essentiellement rencontrés au centre et au large du PNMI, au cours de l'automne (350 individus identifiés via 137 groupes, en 2021 et 2022) et plus rarement en été où seuls 8 individus ont été recensés à travers 8 groupes (Figure 22).

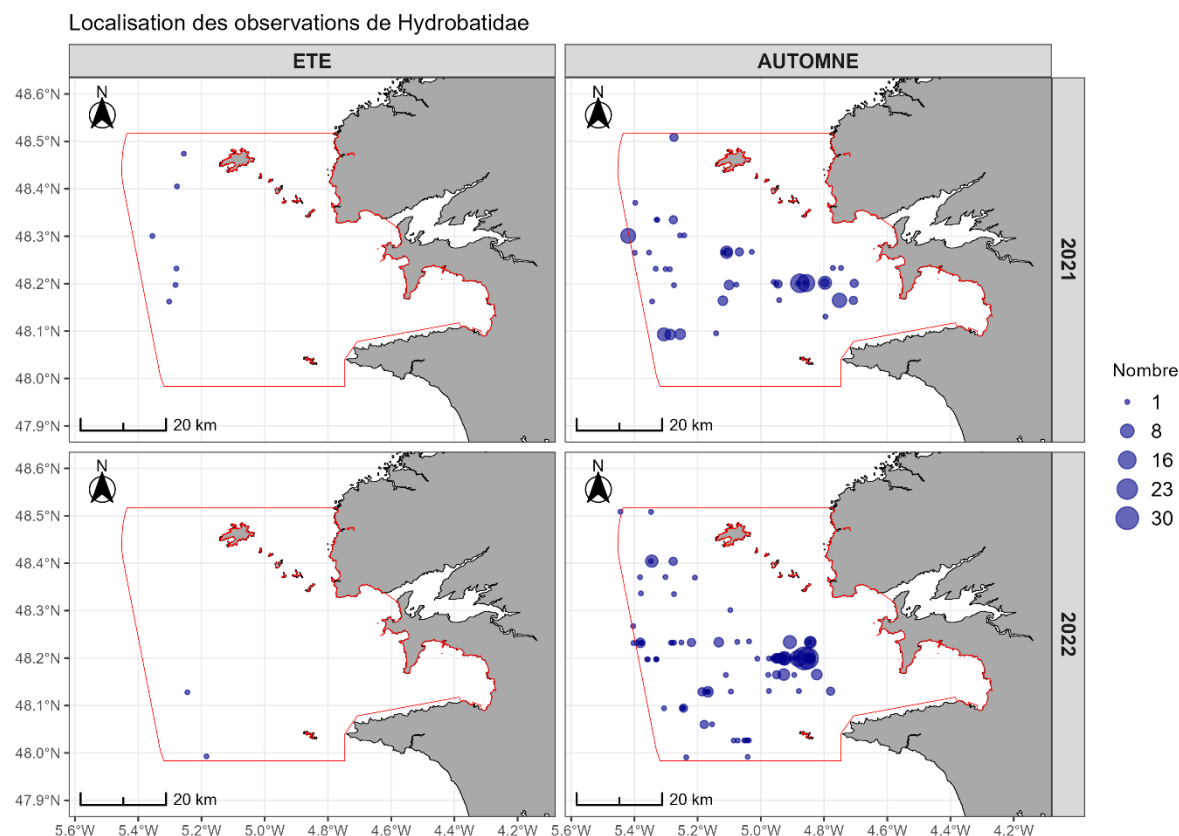


Figure 22. Distribution spatio-temporelle des effectifs d'Hydrobatidés détectés

Bien que les océanites ne peuvent pas être identifiées à l'espèce étant donné la petite taille des individus, il est fortement probable que la majorité des espèces observées soit de l'océanite tempête.

Les océanites ont été rencontrées majoritairement en automne, avec des densités pouvant dépasser 0.6 individus au km<sup>2</sup> pour l'année 2022 (Figure 23).

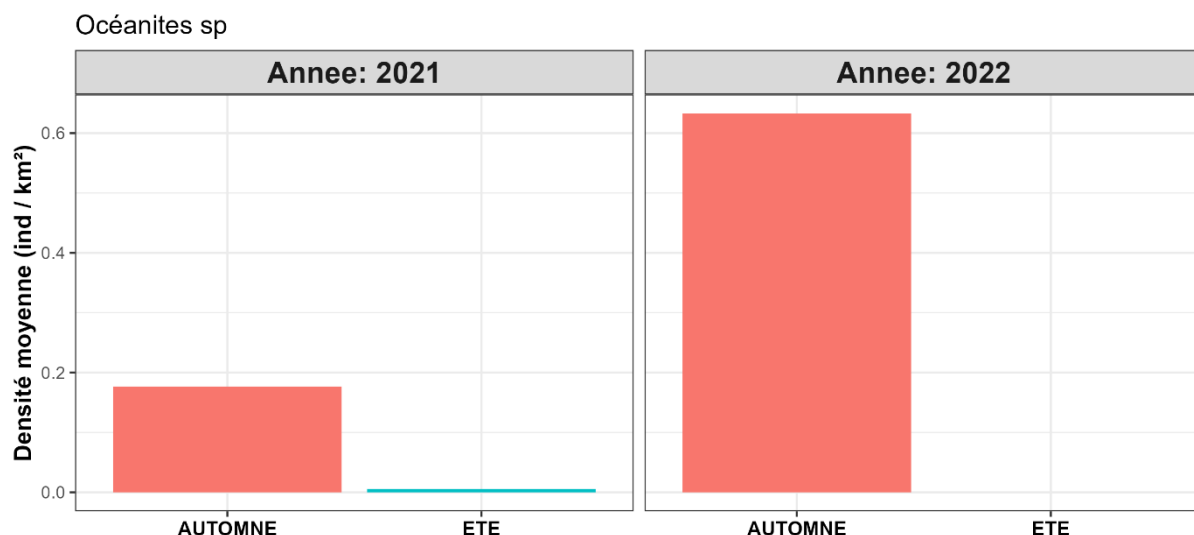


Figure 23. Variation de la densité moyenne des Hydrobatidés lors de chaque survol

Compte tenu de la difficulté à être détectées, les abondances d'océanites rapportées à l'ensemble du PNMI doivent être pris avec beaucoup de précautions (Tableau 4 et 9). Ces abondances ne tiennent pas en compte de la capacité d'accueil du milieu, en particulier en ce qui concerne les nicheurs.

Certains coefficients de variation (Eté 2021 et Eté 2022) n'ont pas pu être estimés étant donné le peu de groupes observés.

Tableau 8. Synthèse des abondances saisonnières estimée à l'échelle du PNMI pour les Hydrobatidés

Groupe	Espèce	Vo l	Saison	Densité moyenne	CV densité	Abondance moyenne	Abondance IC 95%
Hydrobatidés	Océanite tempête, Océanite culblanc	1	Hiver 2021	0	0	0	0
		2	Printemps 2021	0	0	0	0
		3	Eté 2021	0.0168	/	59	/
		4	Automne 2021	0.353	129 %	1235	[758 ; 1711]
		5	Hiver 2022	0	0	0	0
		6	Printemps 2022	0	0	0	0
		7	Eté 2022	0.0056	/	20	/
		8	Automne 2022	0.605	172 %	2116	[758 ; 1711]

### *Les Procellariidés*

Les procellariidés sont une famille d'oiseaux marins composés d'une centaine d'espèces, profilés pour des déplacements sur de longues distances. Au cours des survols, 6 espèces ont été pu être formellement observées. Il s'agit du :

- Fulmar boréal
- Puffin des Baléares
- Puffin des Anglais
- Puffin fuligineux
- Puffin majeur
- Puffin cendré

Il est toutefois important de garder en tête que la majorité des procellariidés ne sont pas identifiés à l'espèce (mis à part pour le fulmar boréal). De ce fait, ils sont communément regroupés en 3 catégories : le fulmar boréal, les petits puffins (Puffin des Anglais, Puffin des Baléares, Petit puffin indéterminé) et les grands puffins (Puffin fuligineux, Puffin majeur, Puffin cendré et Grand puffin indéterminé).

Les Procellariidés sont davantage observés à l'automne (91 groupes détectés pour 718 individus) et au printemps (186 groupes pour 4154 individus), formant ainsi de larges radeaux (Figure 24). Ces larges radeaux sont principalement remarquables pour les petits et grands puffins.

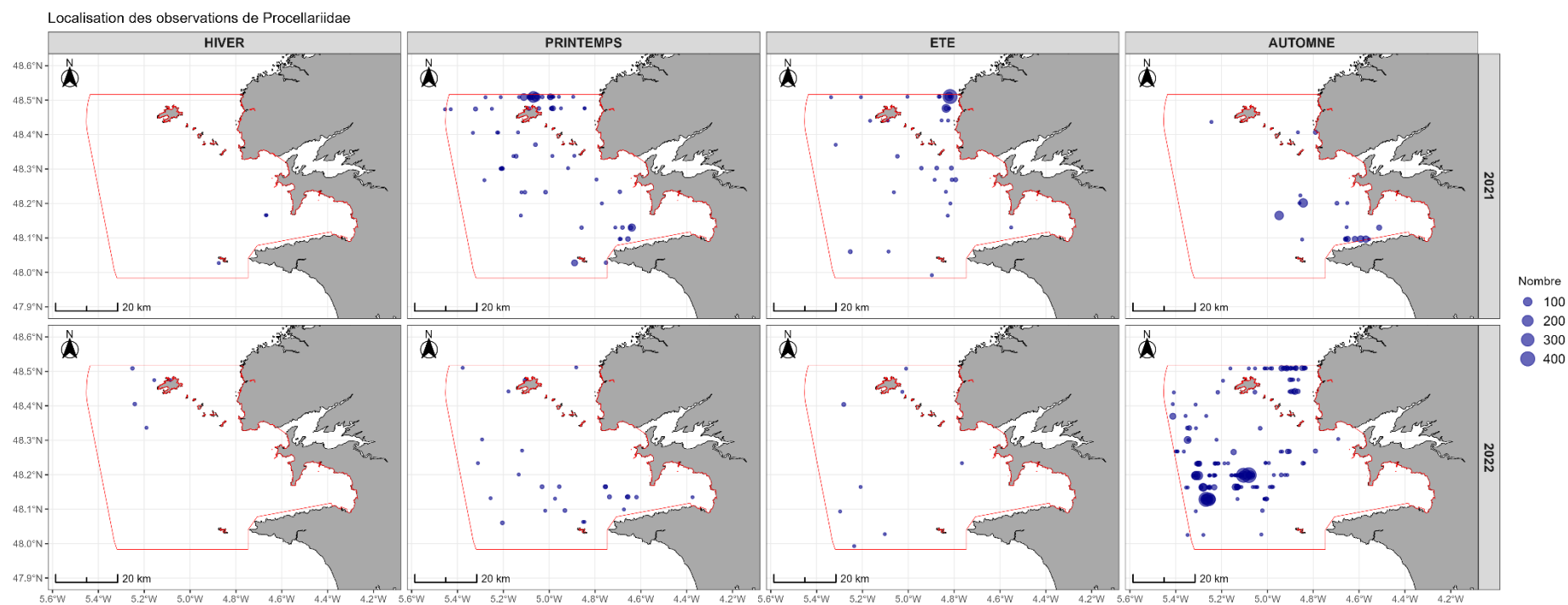


Figure 24. Distribution spatio-temporelle des effectifs des Procellariidés détectés

Compte tenu de la forte hétérogénéité du nombre d'individus au sein des groupes observés, il est difficile d'estimer une abondance rapportée à l'échelle du PNMI. Les écart-types et donc le coefficient de variation ne permettent donc pas une estimation précise (Tableau 9).

Tableau 9. Synthèse des abondances saisonnières estimée à l'échelle du PNMI pour les Procellariidés

Groupe	Espèce	Vol	Saison	Densité moyenne	CV densité	Abondance moyenne	Abondance IC 95%
Procellariidés	Fulmar boréal, Petit puffin, Grand puffin	1	Hiver 2021	0.00840	/	29	/
		2	Printemps 2021	1.81	285 %	6349	[1884 ; 10814]
		3	Été 2021	1.78	366 %	6 232	[0 ; 14132]
		4	Automne 2021	1.02	163 %	3557	[951 ; 6163]
		5	Hiver 2022	0.0196	39 %	69	[45 ; 92]
		6	Printemps 2022	0.148	85 %	519	[345 ; 693]
		7	Été 2022	0.0308	77 %	108	[50 ; 165]
		8	Automne 2022	9.71	308 %	33980	[17 915 ; 50 044]

- Le fulmar boréal

Le **Fulmar boréal** est une espèce polytypique uniquement représentée en Europe par la sous-espèce nominale *F. g. glacialis*. Il se reproduit dans tout l'hémisphère nord des zones arctiques et tempérées. En France, c'est un nicheur rare sur les falaises littorales qu'il peut occuper dès décembre mais un migrateur et hivernant assez commun en mer (Castège and Hémery, 2009). Le Fulmar boréal s'alimente en haute mer (principalement sur des fonds de 200 à 1000 mètres), bien que les adultes reproducteurs ne s'éloignent guère à plus de quelques centaines de kilomètres en période internuptiale. Son régime alimentaire est surtout constitué de zooplancton et de céphalopodes mais l'espèce exploite également les rejets derrière les bateaux (Rocamora & Yeatman-Berthelot, 1999).

La Bretagne est considérée comme la limite méridionale de son aire de reproduction, avec deux principales colonies au sein du Parc Marin Naturel Marin d'Iroise : Ouessant avec plus d'une centaine de couples (120 à 140 (C. Gicquel, *comm. pers.*)) et Camaret avec 10 à 30 couples (Cadiou and Monnat, 2004).

Le fulmar boréal est davantage observé au printemps et en été (en particulier pour l'année 2021). Ils sont principalement observés au large du PNMI, aux limites administratives (Figure 25). La taille des groupes observés est relativement faible ; en moyenne égal à 1.4 individus. Les densités moyennes estimées par saison sont très faibles (maximum de 0.06 individu/km<sup>2</sup> pour le printemps 2021) (Figure 26).

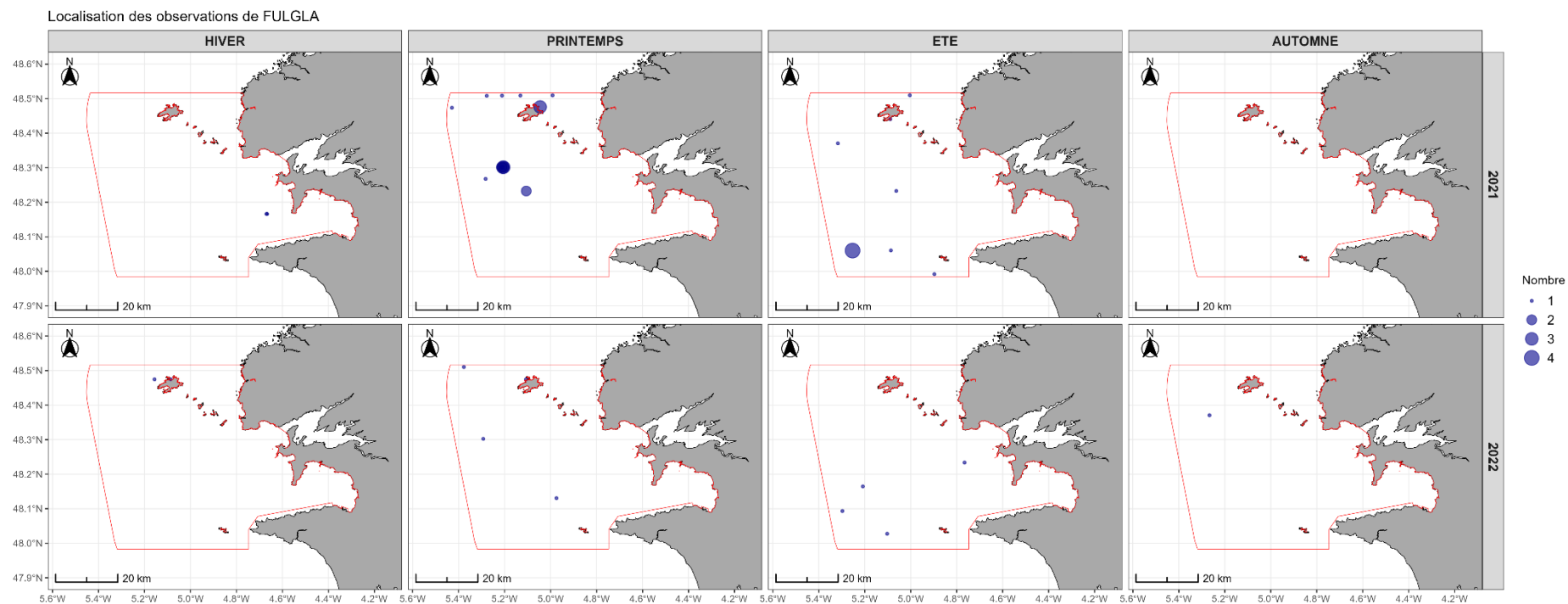


Figure 25. Distribution spatio-temporelle des effectifs de Fulmars boréaux détectés



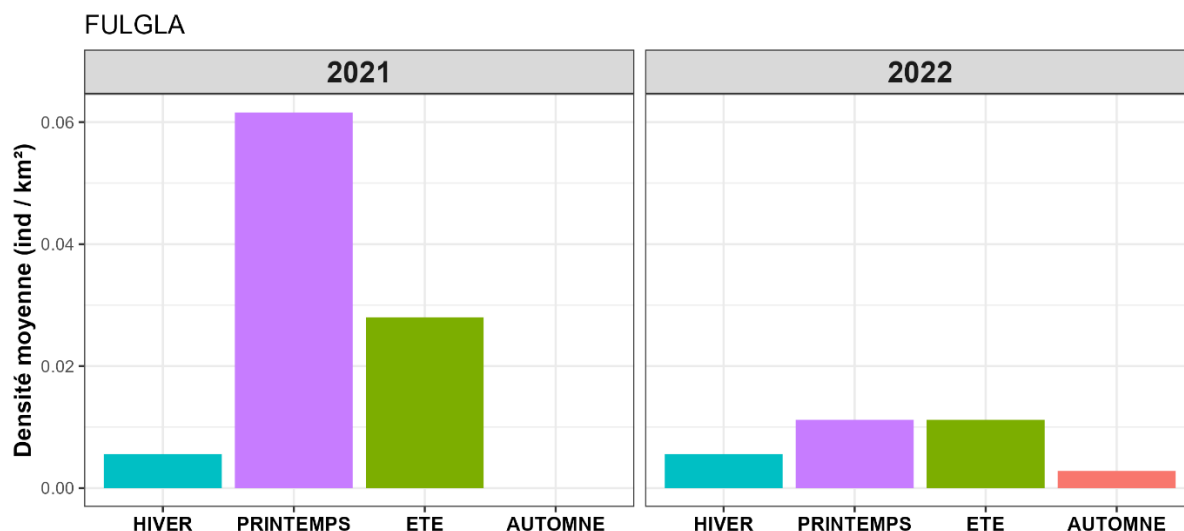


Figure 26. Variation de la densité moyenne des Fulmars boréaux lors de chaque survol

- Les petits puffins :

- **Le puffin des Anglais**

La zone de reproduction du puffin des Anglais se situe en Atlantique Nord. Pendant la saison de reproduction, le puffin des Anglais niche en grandes colonies sur les côtes britanniques et irlandaise, à l'abri dans un terrier où il pond un unique œuf. En France, les effectifs nicheurs se concentrent sur 3 sites bretons ; l'archipel d'Houat (Morbihan), l'archipel de Molène (Finistère) et l'archipel des Sept-Iles (Côtes d'Armor). Le reste de l'année, l'espèce vit au large. De ce fait, les individus sont particulièrement présents d'avril (ponte) à fin septembre (derniers envols des jeunes) (Rocamora & Yeatman-Berthelot, 1999).

- **Le puffin des Baléares**

Le puffin des Baléares est l'un des oiseaux les plus menacés d'Europe. C'est une espèce monotypique qui niche exclusivement sur les îles Baléares, au large de l'Espagne. A partir de avril/mai, les Puffins des Baléares (notamment les immatures, adultes non reproducteurs et reproducteurs en échec) quittent la Méditerranée et se dispersent en Atlantique. Dès l'envol des jeunes en juin/juillet, adultes et juvéniles partent à leur tour pour l'Atlantique. Plusieurs milliers d'oiseaux passent alors l'été le long des côtes du Portugal et de la Galice, et d'autres milliers atteignent également le golfe de Gascogne et la Manche occidentale. C'est ainsi pendant la période internuptiale, en été, et exceptionnellement en automne et en début d'hiver, qu'ils fréquentent la pointe bretonne. Ils font parfois halte en grand nombre dans le Mor Braz ou en Iroise, de la baie d'Audierne à Ouessant. Le retour des reproducteurs

aux Baléares ne débute qu'à partir du mois de septembre, la ponte ayant lieu en fin d'hiver suivant (Thébault and Yésou, 2014).

Comme décrit par la bibliographie, les petits puffins sont davantage recensés à partir du printemps jusqu'à l'automne (Figure 27, Figure 28) avec des densités maximales s'élevant à plus de 1.7 individus/km<sup>2</sup> à l'été 2021.

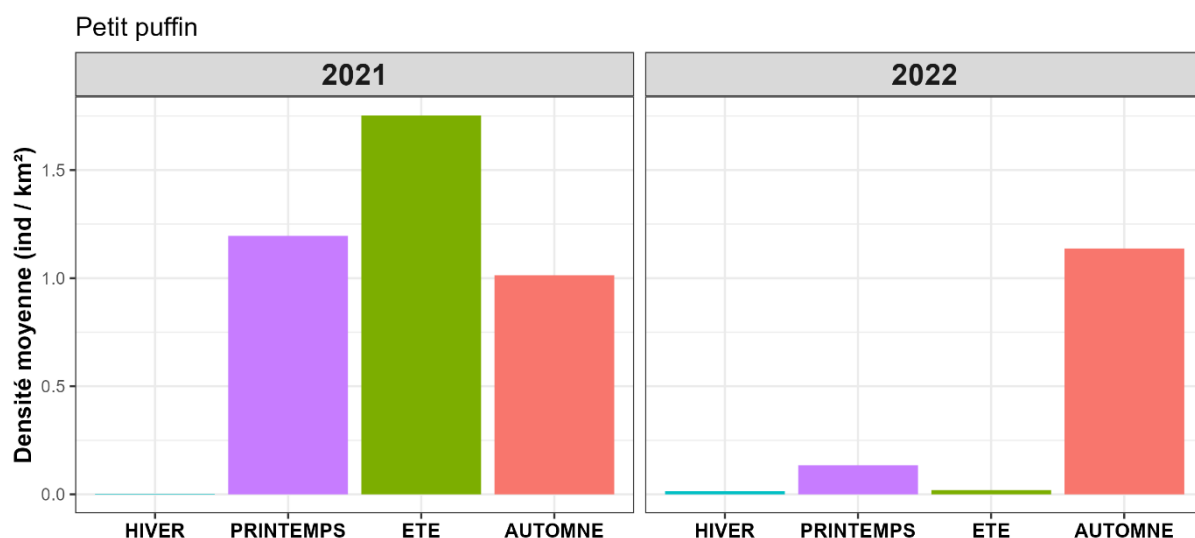


Figure 27. Variation de la densité moyenne de Petit puffin lors de chaque survol

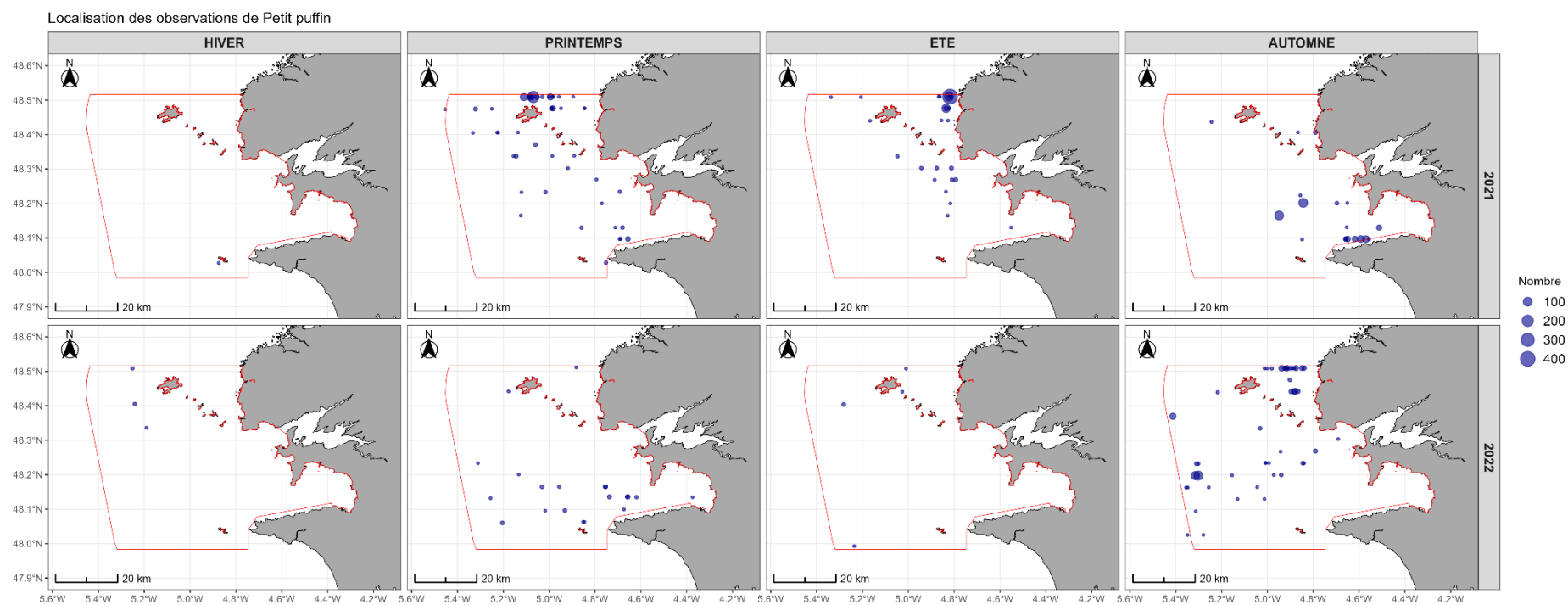


Figure 28. Distribution spatio-temporelle des effectifs de Petits puffins détectés

**Fait remarquable :** Parmi les petits puffins détectés au cours des 8 survols, 28 puffins des Baléares ont été formellement identifiés à l'automne 2022 (Figure 29) entre Ouessant et Porspoder.

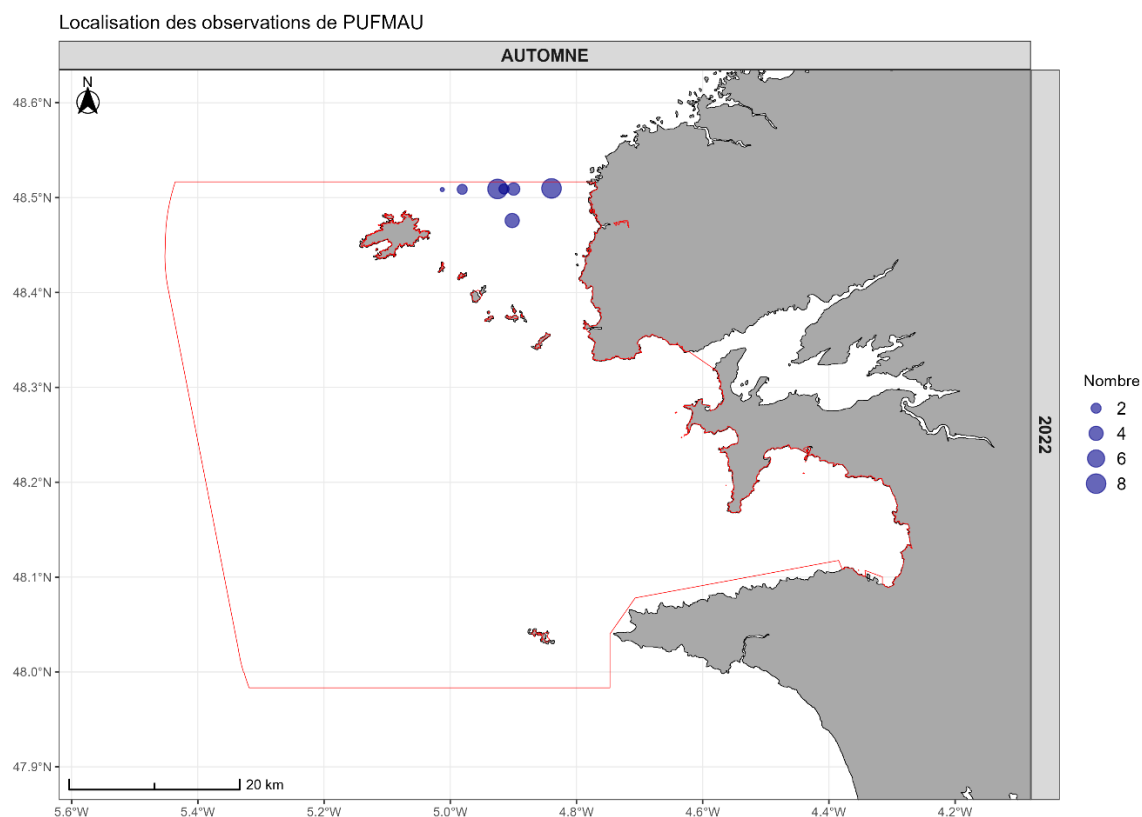


Figure 29. Localisation des 28 Puffins des Baléares localisés au cours du survol automnal de 2022

- Les grands puffins

Les observations côtières de grands puffins sont plus rares en Bretagne. Les principales observations ont lieu au large, en été, au niveau du talus et de la zone océanique dans le Golfe de Gascogne (Pettex et al., 2014).

Cette rareté se confirme globalement au cours des 8 survols effectués, où seul un survol recense des grands puffins. Toutefois ce survol, en automne 2022, est remarquable dans la mesure où d'importants radeaux (112 groupes observés) de plusieurs centaines d'individus (total de 3017 individus) ont été identifiés au large de la Baie de Douarnenez (Figure 30).

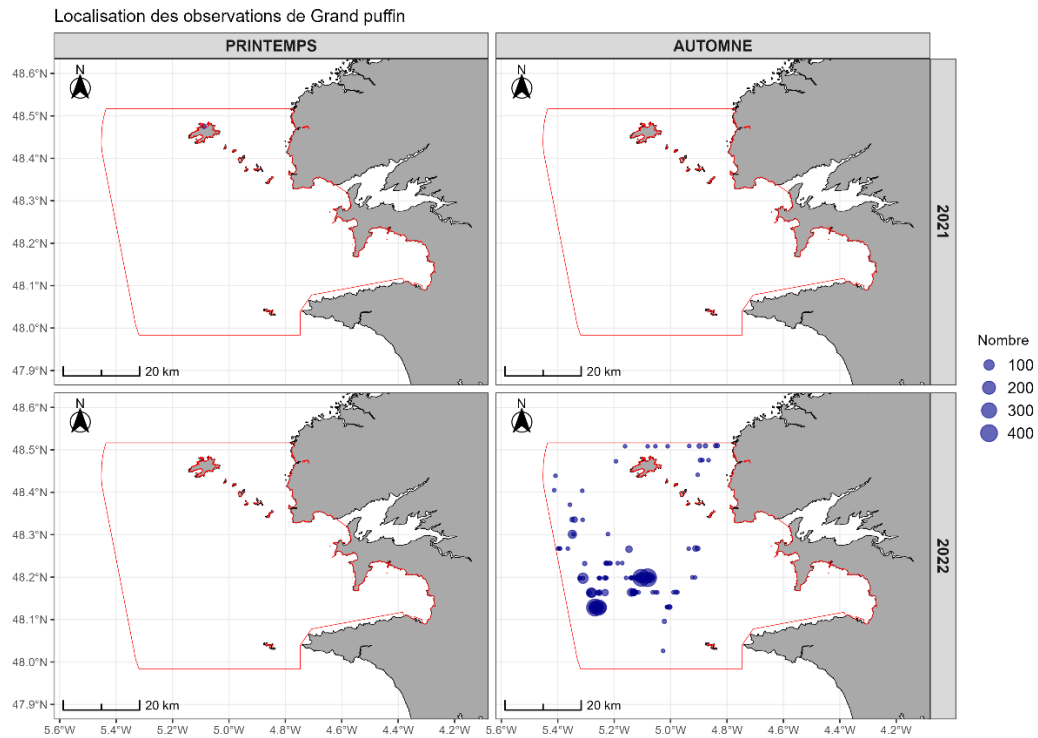


Figure 30. Distribution spatio-temporelle des effectifs des Grands puffins détectés

### *Les Phalacrocoracidés*

Deux espèces de cormorans ont été répertoriées au cours des campagnes d'observation : le **Grand cormoran** (*Phalacrocorax carbo*) et le **Cormoran huppé** (*Phalacrocorax aristotelis*). Ces espèces, toutes deux côtières, s'alimentent essentiellement de poissons qu'ils attrapent en plongeant.

#### - Le Grand Cormoran

Le **Grand Cormoran** (*Phalacrocorax carbo*) est une espèce polytypique dont la sous-espèce *P. c. carbo* (population littorale) se reproduit sur le littoral rocheux de Norvège, d'Islande, des Iles Britanniques et du nord-ouest de la France (Normandie et Bretagne) (Cadiou et al., 2004). *P. c. sinensis* (population continentale) niche en Eurasie de l'ouest de la France à l'Extrême-Orient (Dubois et al., 2008). Le Grand cormoran est considéré comme un nicheur peu commun mais migrateur et hivernant commun sur le littoral de la Manche (Dubois et al., 2008).

#### - Le Cormoran Huppé

Le **Cormoran huppé** (*Phalacrocorax aristotelis*) est une espèce polytypique qui niche sur les falaises et îlots rocheux du nord et de l'ouest de l'Europe (*P. a. aristotelis*), ainsi qu'en Méditerranée et en Mer Noire (*P. a. desmarestii*). En France, c'est un nicheur peu commun, et un hivernant et migrateur assez peu commun (Dubois et al., 2008). En Finistère, le cormoran huppé se reproduit qu'en très faible nombre, en presqu'île de Crozon et dans l'archipel de Molène notamment (Cadiou et al., 2004).

Comme attendu, les cormorans se rencontrent principalement à la côte, principalement dans l'archipel de Molène, sur la presqu'île de Crozon et le long de la pointe du Raz. Ces espèces sont présentes toute l'année, et en particulier en hiver avec des densités maximales de 0.7 individu/km<sup>2</sup> pour l'hiver 2022 (Figure 31 et Figure 32).

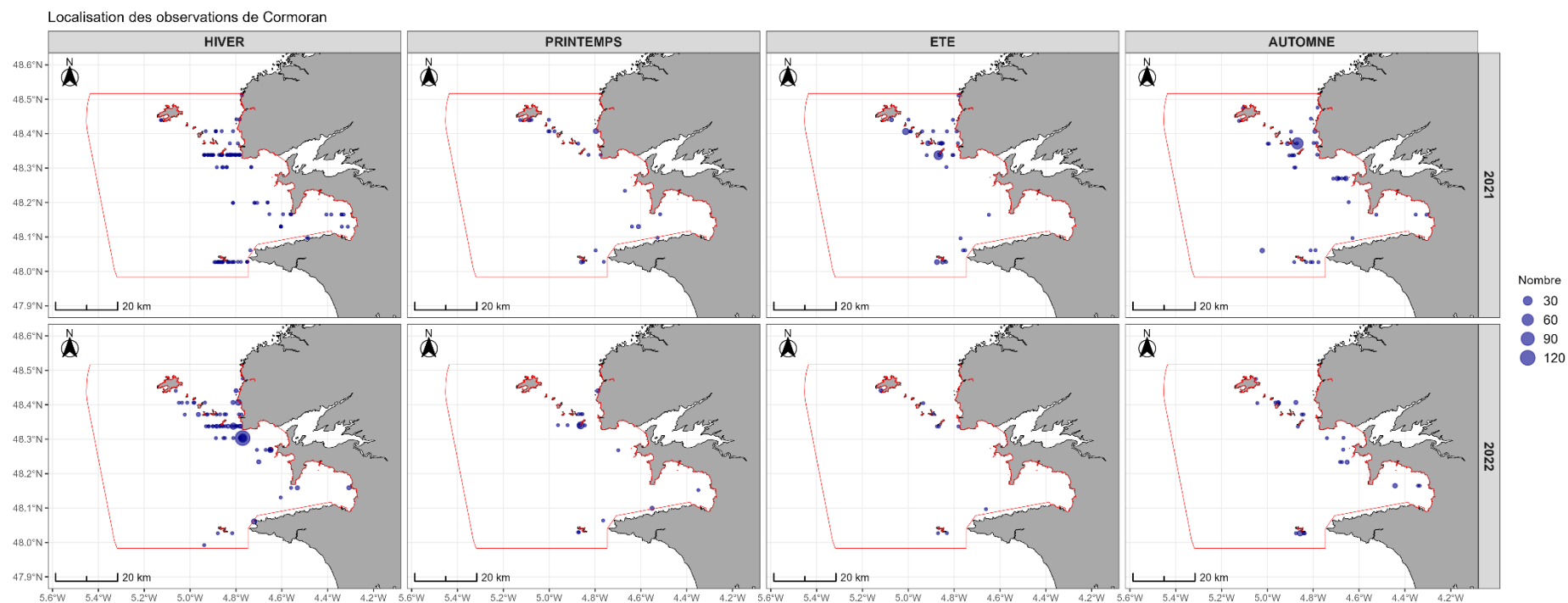


Figure 31. Distribution spatio-temporelle des effectifs des Phalacrocoracidés détectés



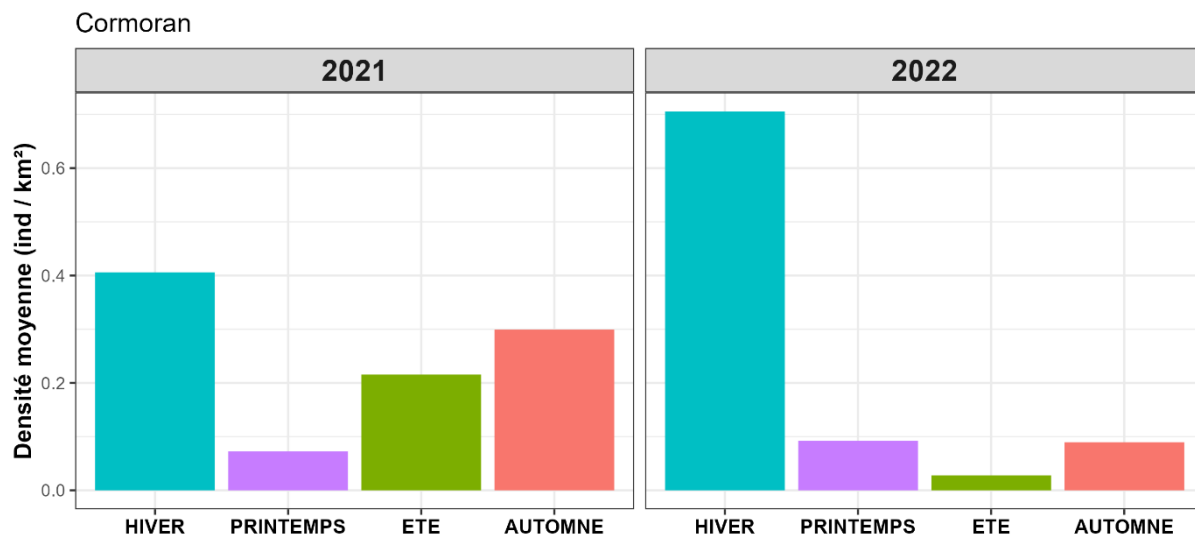


Figure 32. Variation de la densité moyenne de *Phalacrocoracidae* lors de chaque survol

Compte tenu de sa distribution très côtière, les abondances estimées à l'échelle du PNMI (Tableau 10) sont très certainement surestimées. Les chiffres sont donc à prendre avec précaution. De plus, lors de l'hiver 2021, 145 groupes composés uniquement d'un individu ont été recensés (lié au survol digitalisé). Cette condition ne permet pas de calculer un coefficient de variation pour la densité ainsi qu'un intervalle de confiance pour les abondances.

Tableau 10. Synthèse des abondances saisonnières estimée à l'échelle du PNMI pour les *Phalacrocoracidae*

Groupe	Espèce	Vol	Saison	Densité moyenne	CV densité	Abondance moyenne	Abondance IC 95%
Phalacrocoracidae	Cormoran (grand, huppé et indéterminé)	1	Hiver 2021	0.406	/	1421	/
		2	Printemps 2021	0.0728	56 %	255	[192 ; 318]
		3	Été 2021	0.216	213 %	754	[179 ; 1330]
		4	Automne 2021	0.300	348 %	1048	[0 ; 2180]
		5	Hiver 2022	0.705	391 %	2469	[142 ; 4796]
		6	Printemps 2022	0.0924	163 %	323	[56 ; 590]
		7	Été 2022	0.0280	30 %	98	[79 ; 117]
		8	Automne 2022	0.0896	79 %	314	[211 ; 417]



### *Le Fou de Bassan*

Le **Fou de Bassan** (*Morus bassanus*), seul représentant en Europe de la famille des sulidés, est une espèce monotypique nichant sur les falaises et îlots marins de l'Atlantique nord (Castège and Hémary, 2009). En Europe, il niche en Islande, en Norvège, dans les îles Britanniques, et en France qui constitue la limite méridionale de son aire de nidification. Il est donc considéré comme un nicheur peu commun en France, mais c'est un migrateur et hivernant assez commun et très commun en mer (Dubois et al., 2008). La France se situe en limite sud de son aire de reproduction. L'unique colonie française se situe sur l'île Rouzic dans l'archipel des Sept-Iles (Côtes d'Armor) avec plus de 20 100 couples recensés en 2016 (Cadiou et al., 2017). Une seconde colonie se trouve à proximité du littoral français, dans l'archipel d'Alderney (îles Anglo-Normandes) sur les îlots Ortac et les Etacs. En 2018, elle comptait environ 8 700 couples (Copping et al., 2018). En hiver, les populations migrent vers le sud, jusque dans le golfe de Gascogne et au large de l'Afrique de l'Ouest (Veron and Lawlor, 2009).

Le fou de Bassan est présent toute l'année au sein du Parc Marin Naturel d'Iroise, que ce soit en hiver (Castège and Hémary, 2009), en été (Pettex et al., 2014) et lors des déplacements migratoires pour se rendre sur la colonie de Rouzic (Pettex et al., 2014) où ils sont fréquemment observés en action de pêche.

Cette distribution décrite par la littérature scientifique est particulièrement bien retrouvée au cours des 8 survols. Certains groupes détectés comportaient plus de 250 individus, principalement en action de pêche, lors de frénésie alimentaire avec d'autres espèces (oiseaux, mammifères et poissons) (Figure 33). L'espèce est présente en forte densité, jusqu'à plus de 5 individus au km<sup>2</sup> lors du survol d'automne 2022 (Figure 34).

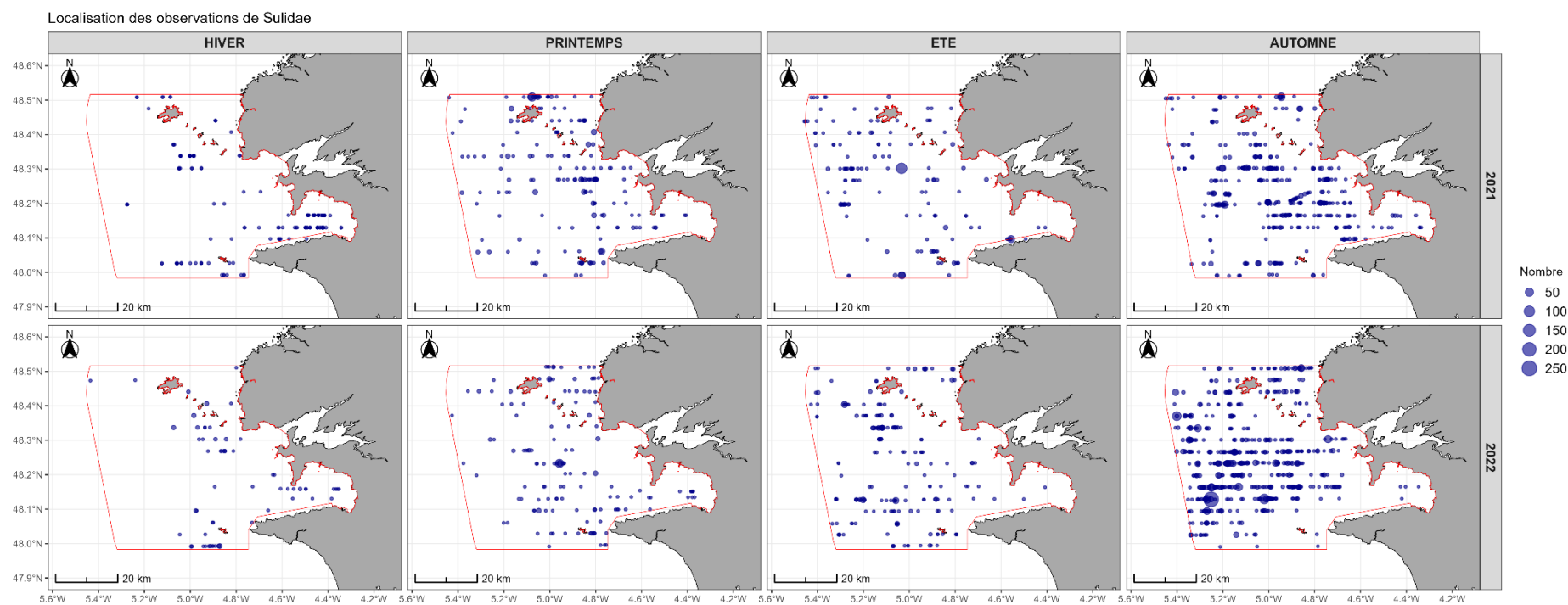


Figure 33. Distribution spatio-temporelle des effectifs des Sulidés détectés

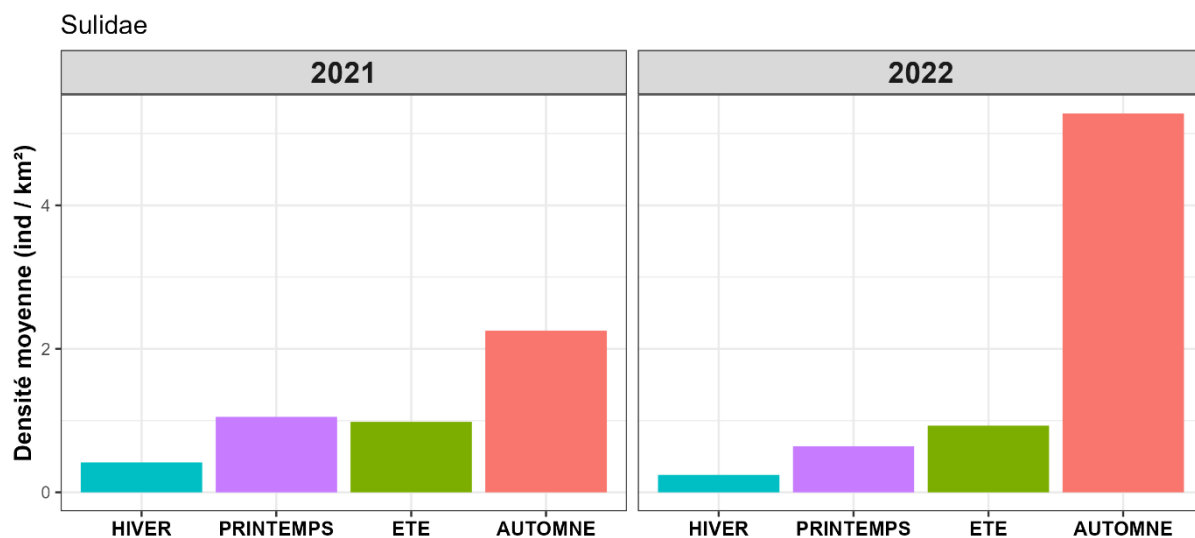


Figure 34. Variation de la densité moyenne de Sulidés lors de chaque survol

En ce qui concerne les abondances, compte tenu la forte hétérogénéité du nombre d'individus au sein des groupes (certains groupes composés d'un individu alors que plusieurs autres recensent plus de 250 individus), il est difficile d'estimer une abondance moyenne précise et cohérente à l'échelle du PNMI (Tableau 11). Comme pour les cormorans, l'acquisition digitale du vol hivernal 2021 a détecté 149 « groupes » de fous de Bassan composés d'un seul individu. Cette condition ne permet pas d'estimer un coefficient de variation pour les densités ainsi qu'un intervalle de confiance pour les abondances.

Tableau 11. Synthèse des abondances saisonnières estimée à l'échelle du PNMI pour les Sulidés

Groupe	Espèce	Vol	Saison	Densité moyenne	CV densité	Abondance moyenne	Abondance IC 95%
Sulidés	Fou de Bassan	1	Hiver 2021	0.417	/	1460	/
		2	Printemps 2021	1.05	210 %	3684	[2512 ; 4856]
		3	Été 2021	0.983	362 %	3439	[1347 ; 5532]
		4	Automne 2021	2.25	167 %	7887	[6559 ; 9205]
		5	Hiver 2022	0.244	76 %	852	[689 ; 1015]
		6	Printemps 2022	0.644	257 %	2254	[1257 ; 3250]
		7	Été 2022	0.929	142 %	3253	[2589 ; 3917]
		8	Automne 2022	5.28	351 %	18479	[12931 ; 24027]

## Les Stercorariidés

Le grand labbe est une espèce faisant partie à la famille des Stercorariidés. C'est la seule espèce de cette famille à avoir été recensée au cours des survols. Une des caractéristiques de cette famille concerne son mode d'alimentation. : elle est prédatrice et/ou kleptoparasite (e.g. elle vole la nourriture d'autres espèces pour se nourrir) (Votier et al., 2004).

Le **Grand labbe** (*Stercorarius skua*) est une espèce monotypique qui niche dans les régions d'Europe du Nord proches de l'Arctique (Islande, Spitzberg, Norvège, nord de l'Ecosse) et au nord-ouest de la Russie. Pélagique une grande partie de l'année, c'est un migrateur régulier le long des côtes françaises, mais un hivernant et estivant peu commun en Nord Gascogne (Castège and Hémery, 2009). De ce fait, le grand labbe est le plus souvent observée en Finistère entre les mois de septembre et novembre (migration hivernale d'oiseaux essentiellement écossais et islandais vers les sites d'hivernage au large des côtes espagnoles) puis au cours des mois de Mars et Avril (migration vers les territoires de nidification nordiques) (Castège and Hémery, 2009).

Quelques individus ont été détecté au large, au cours des survols automnaux, hivernaux et printaniers (17 individus à travers 17 groupes) (Tableau 6 et Figure 36).

De ce fait, les densités estimées sont relativement faibles (Figure 35) avec en moyenne moins de 0.01 ind/km<sup>2</sup> et un maximum de 0.032 ind/km<sup>2</sup> pour l'automne 2021. Compte tenu du faible nombre de rencontres et d'individus, estimer les abondances n'auraient pas d'intérêt biologiquement parlant.

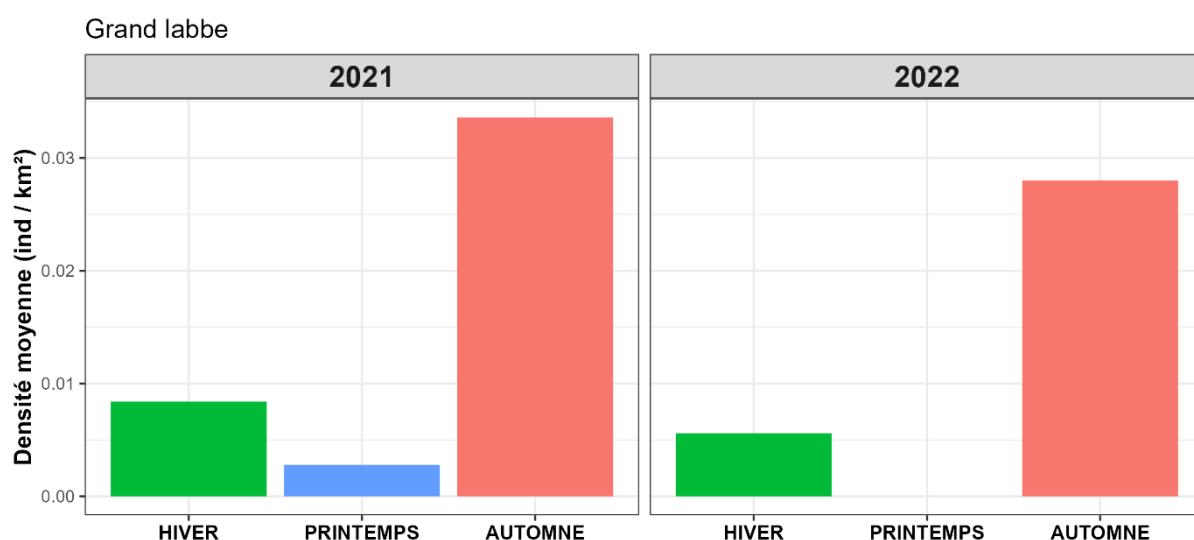


Figure 35. Variation de la densité moyenne de Grand labbe lors de chaque survol

A noter que 13 autres Stercorariidés ont été identifiés au genre *Stercorarius*, sans pouvoir préciser l'espèce. Néanmoins, aucun **labbe parasite** (*Stercorarius parasiticus*), ni **labbe pomarin** (*Stercorarius pomarinus*) ou **labbe à longue queue** (*Stercorarius longicaudus*) n'a été formellement identifié au cours des 8 survols.

**PROJECT:** Mégafaune Iroise

**Doc. ID.:** 48701-PNMI\_Megafaune-SEE\_Rapport\_Final

**Rev.** 02



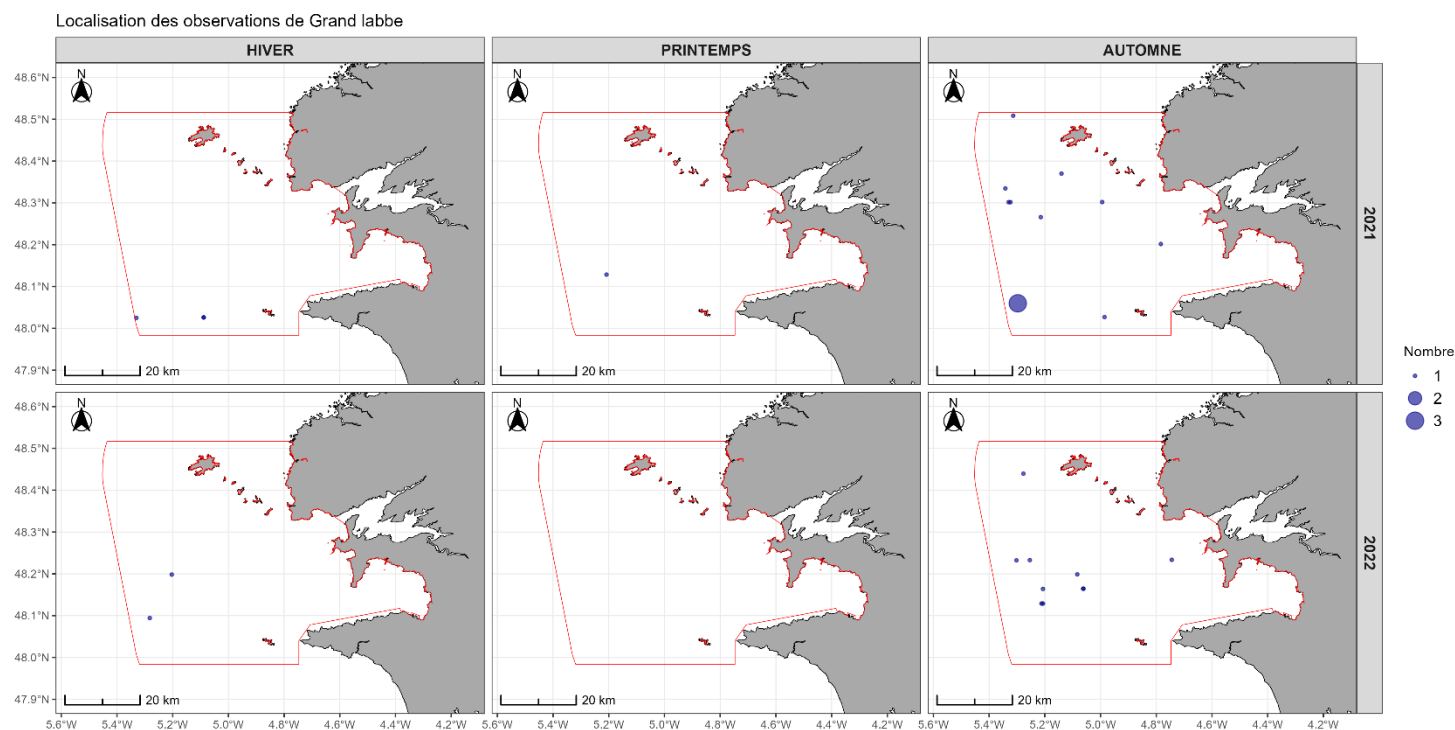


Figure 36. Distribution spatio-temporelle des effectifs des Grand labbe détectés



## Les Laridés

### Les Sternes

Deux espèces de sternes ont été formellement identifiées jusqu'à l'espèce au cours des huit survols. Il s'agit de la sterne caugek (*Sterna sandvicensis*) avec 196 individus dénombrés dans 78 groupes et de la sterne pierregarin (*Sterna hirundo*) avec un seul individu identifié à l'été 2022.

La **Sterne caugek** (*Sterna sandvicensis*) est une espèce polytypique qui a également une large distribution mondiale. *S. s. sandvicensis* niche de l'Europe de l'Ouest à la mer Caspienne. 82 000 à 130 000 couples se reproduisent en Europe et hivernent en Afrique pour la plupart. C'est une nicheuse peu commune en France, une hivernante rare mais une migratrice commune sur le littoral (Dubois et al., 2008). La population nicheuse française, relativement stable, compte 6 000 à 7 000 couples selon les années dont au minimum 2 088 en Finistère (Cadiou et al., 2017). La majorité des couples nicheurs se retrouve dans l'archipel des Glénan (2047 couples nicheurs en 2016) et dans l'archipel de Molène (41 couples nicheurs en 2016) (Cadiou et al., 2017). A noter qu'aucune nidification n'a été enregistrée depuis 2018 (C. Gicquel, *comm. pers.*).

La **Sterne pierregarin** (*Sterna hirundo*) est une espèce polytypique largement répandue dans le monde. *S. h. hirundo* niche de l'Amérique du Nord à la Russie occidentale. L'Europe est le principal site de nidification avec 210 000 à 300 000 couples (Cadiou et al., 2004). La Sterne pierregarin est comme étant nicheuse peu commune, migratrice commune et hivernante occasionnelle en France (Dubois et al., 2008). La population nicheuse française, stable, s'élève à 5 000 à 6 400 couples selon les années (Yésou and Marquis, 2005). La population « Manche-Atlantique » est la plus abondante avec 2 941 à 3 008 couples en 2011 dont environ 37 % en Bretagne. Les principales colonies sont réparties dans le Morbihan et dans le Finistère, notamment dans l'archipel de Molène et en rade de Brest (Cadiou et al., 2017). A noter que les effectifs nicheurs sont en fort déclin depuis 2017 et qu'aucune nidification n'a été enregistrée en 2021 et 2022 (C. Gicquel, *comm. pers.*).

La **Sterne naine** (*Sternula albifrons*), espèce polytypique, est la plus petite des sternes européennes. Cette espèce se rencontre de l'Europe de l'Ouest jusqu'en Asie et en Océanie. En France, la Sterne naine est un nicheur peu commun. En Bretagne, les sternes naines se reproduisent principalement dans le Finistère, dans l'archipel de Molène (une centaine de couples nicheurs en 2016, (Cadiou et al., 2017), 16 couples en 2021 et 32 couples en 2022 (C. Gicquel, *comm. pers.*)). L'espèce peut également être observée le long du littoral, principalement en août-septembre et fin avril-début mai.

Au total, 240 individus de sternes *sp* (*tous genres et/ou espèces confondue*) ont été recensés au cours des 8 survols, à travers 90 groupes observés. La majorité des détections ont eu lieu à l'automne et au printemps, à proximité de la côte et au large d'Ouessant (Figure 37).

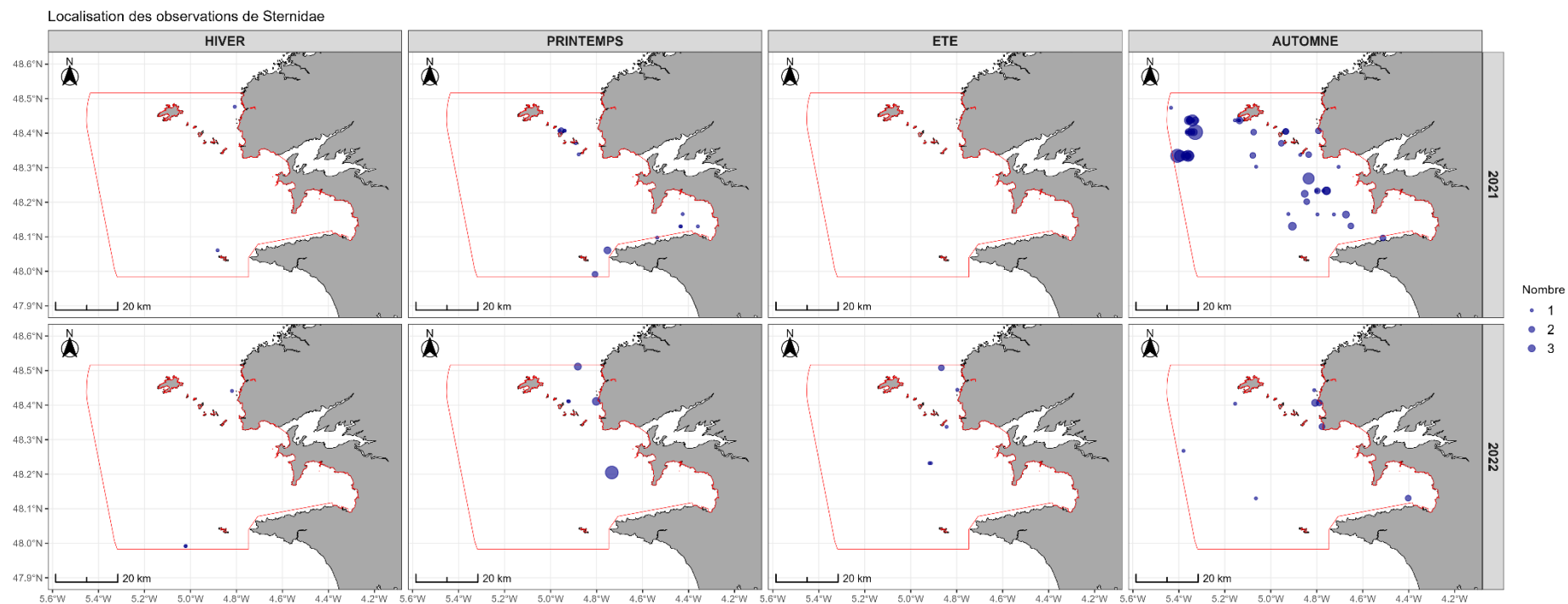


Figure 37. Distribution spatio-temporelle des effectifs de Sternidés détectés

Les Sternidés sont donc relativement peu nombreux au sein du PNMI en dehors de l'automne, avec des densités maximales estimées à 0.49 individu / km<sup>2</sup> à l'automne 2022 (Figure 38).

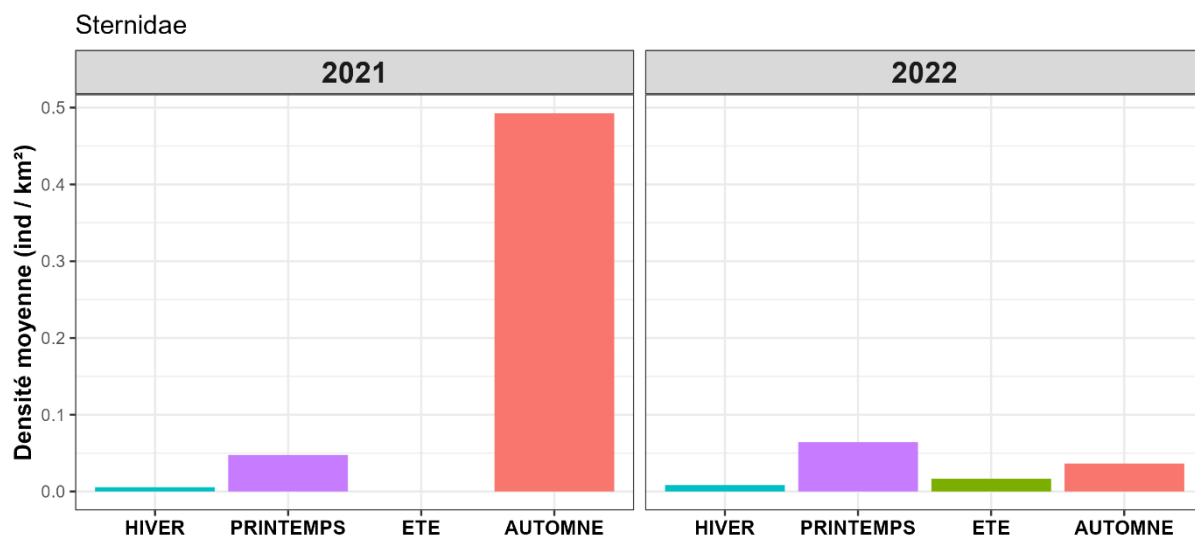


Figure 38. Variation de la densité moyenne de Sternidés lors de chaque survol

Du fait du peu d'individus recensés, les estimations d'abondances moyennes rapportées à l'échelle du PNMI présentent des écart-types et donc des coefficients de variation pouvant être importants (Tableau 12). Compte tenu qu'un seul groupe d'un seul individu a été recensé à l'hiver 2021, l'estimation du coefficient de variation des densités et de l'intervalle de confiance des abondances n'est pas réalisable. Il en est de même pour l'hiver 2022 avec 3 groupes d'un seul individu recensé.

Tableau 12. Synthèse des abondances saisonnières estimée à l'échelle du PNMI pour les Sternidés

Groupe	Espèce	Vol	Saison	Densité moyenne	CV densité	Abondance moyenne	Abondance IC 95%
Sternidés	Caugek, Pierregarin et ind.	1	Hiver 2021	0.00560	/	20	/
		2	Printemps 2021	0.0476	48 %	167	[123 ; 210]
		3	Eté 2021	0	0	0	0
		4	Automne 2021	0.493	115 %	1724	[1196 ; 2253]
		5	Hiver 2022	0.00840	/	29	/
		6	Printemps 2022	0.0644	118 %	225	[0 ; 458]
		7	Eté 2022	0.0168	37 %	59	[40 ; 78]
		8	Automne 2022	0.0364	46 %	127	[87 ; 168]

Au cours des 8 survols, 196 individus ont été formellement détectés comme étant des sternes caugek et un seul autre comme étant une sterne pierregarin. Les individus ont été identifiés principalement en automne et au printemps, à proximité de la côte et au large d'Ouessant (Figure 39).

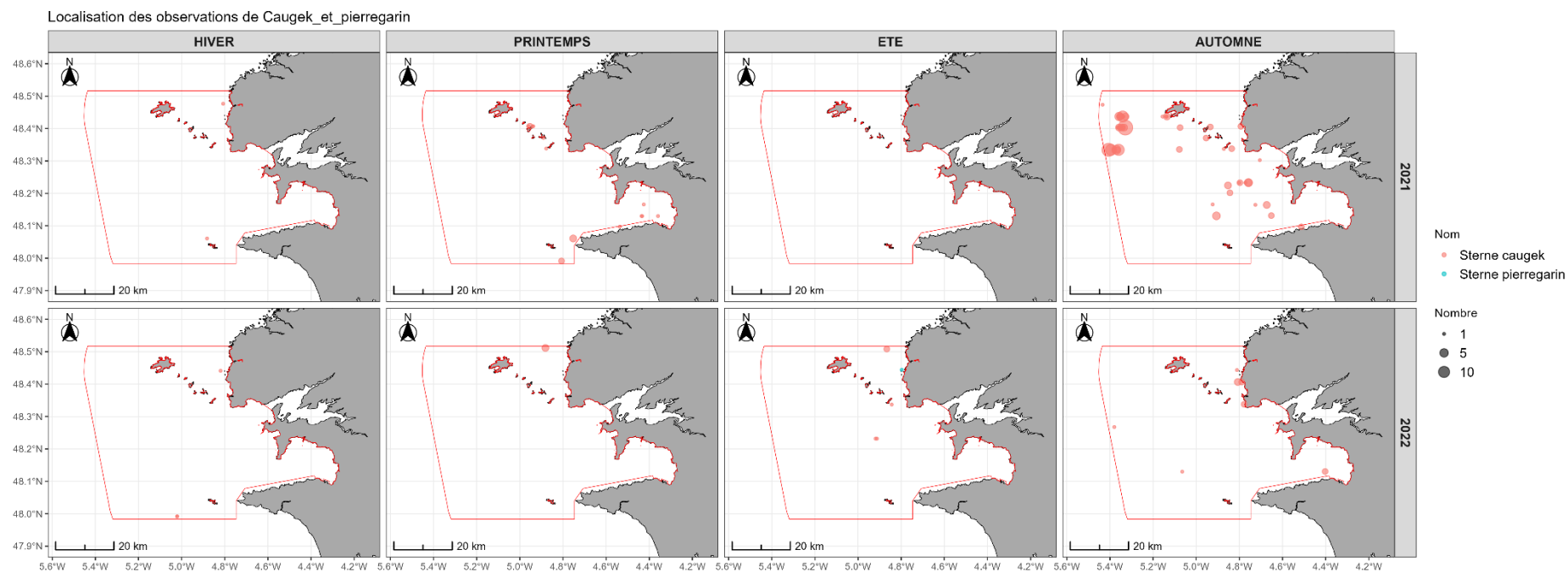


Figure 39. Distribution spatio-temporelle des effectifs de Sternes caugek et pierregarin détectées

## Les Mouettes

Quatre espèces de mouettes ont été observées au cours des survols aériens. Il s'agit de la mouette tridactyle, de la mouette pygmée, de la mouette mélanocéphale et de la mouette rieuse.

La **Mouette tridactyle** (*Rissa tridactyla*) représente plus de 80% des effectifs observés de mouette déterminés à l'espèce (707 tridactyles identifiées sur les 851 mouettes déterminées à l'espèce). C'est une espèce polytypique à distribution circumpolaire. La sous-espèce *R. t. tridactyla* niche en Europe du cap Nord à la péninsule Ibérique. En France, cette espèce est nicheuse peu commune et localisée (du Nord-Pas-de-Calais à la Vendée), une migratrice commune et une hivernante peu commune (Dubois et al., 2008).

Les effectifs nicheurs français sont stables et comptent de 5 000-5 500 couples en 2009-2010 (Cadiou et al., 2013b), soit une infime proportion des 2 millions de couples européens. A noter que l'espèce est devenue nicheuse à Ouessant depuis 2021 (C. Gicquel, *comm. pers.*).

La **Mouette rieuse** (*Chroicocephalus ridibundus*) est une espèce monotypique largement répandue à travers l'Eurasie de l'Islande au Kamtchatka (Extrême Orient russe). C'est une nicheuse commune, ainsi qu'une migratrice et hivernante très commune en France (Dubois et al., 2008). La population européenne est estimée entre 1 500 000 et 2 200 000 de couples (BirdLife International, 2004b) dont 25 000 à 30 000 couples en France (recensement 2011-2012) principalement localisés dans les étangs et marais d'eau douce. En hiver, environ 672 000 d'oiseaux hivernent en France (Sueur & Issa in Issa & Muller Coord., 2015).

La **Mouette pygmée** (*Hydrocoloeus minutus*) est une espèce monotypique qui se reproduit dans les marais du nord de l'Europe jusqu'à la Sibérie orientale. En France, elle est migratrice et hivernante peu commune, bien que quelques tentatives de nidification aient été rapportées au lac de Grand-Lieu (Loire- Atlantique) dans les années 1990 (Dubois et al., 2008). Cette espèce hiverne au large, et son observation sur les côtes ou dans les marais intérieurs survient essentiellement après des tempêtes (Issa in Issa & Muller Coord., 2015 ; Debout in GONm, 2004)

La **Mouette mélanocéphale** (*Ichthyæetus melanocephalus*) est une espèce monotypique nichant exclusivement en Europe, du nord de la mer Noire et de l'Anatolie jusqu'à l'Europe centrale et occidentale. En France, elle est considérée comme étant nicheuse, migratrice et hivernante peu commune (Dubois et al., 2008). En 1952, cette espèce nichait exclusivement sur les rives ukrainiennes de la mer Noire et était menacée d'extinction. Depuis, une explosion démographique a provoqué une colonisation vers l'ouest de l'Europe. En France, la reproduction de l'espèce a été prouvée pour la première fois en 1965, et le nombre de couples ne cesse de croître depuis lors. En 2011, plus de 10 000 couples ont été dénombrés, principalement en Camargue et le long de la Loire, mais aucun en Bretagne (Cadiou et al., 2013b). La population mondiale était estimée de 120 000 à 320 000 couples, dont 100 000 à 300 000 en Ukraine, au début des années 2000 (BirdLife International, 2004b).



Les mouettes sont présentes à l'année à l'échelle du PNMI, avec une forte présence hivernale sur la côte et les îles (Figure 40).

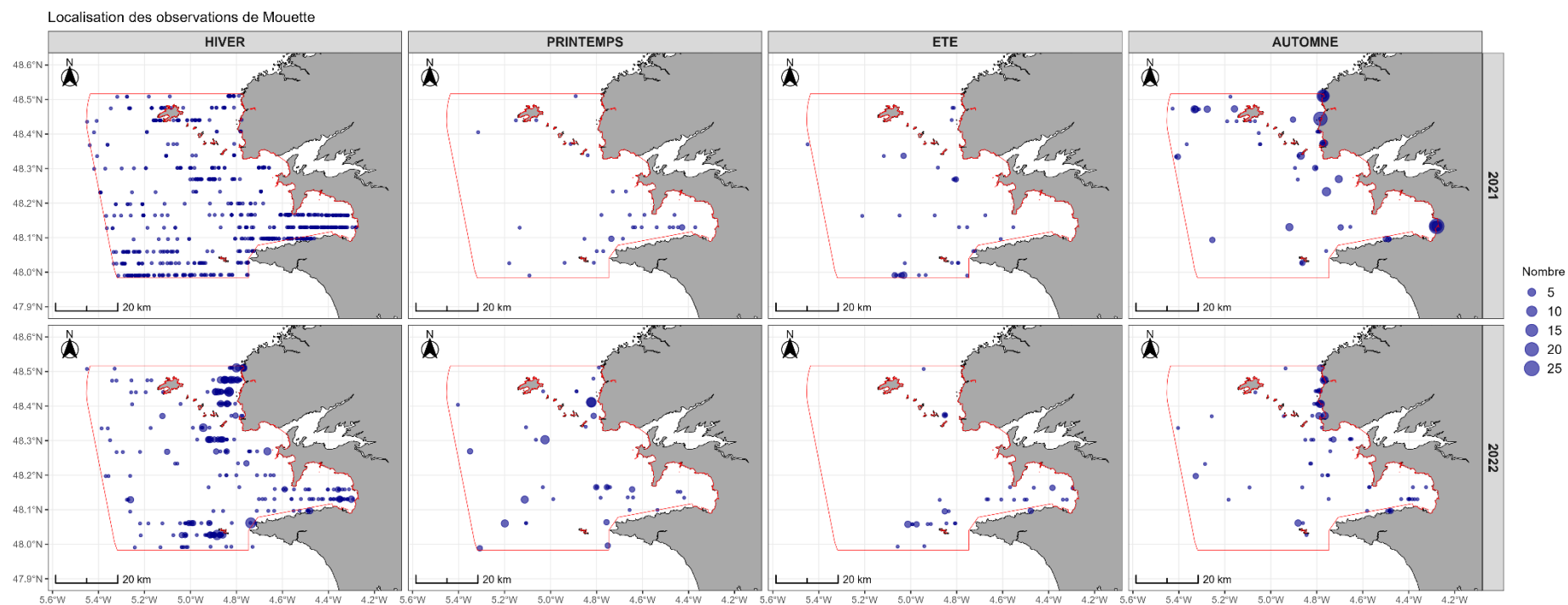


Figure 40. Distribution spatiotemporelle des effectifs de Mouettes détectés.

Comme en atteste la Figure 41, la densité des mouettes est particulièrement importante en hiver, avec une densité moyenne pouvant atteindre plus de 2.2 individus / km<sup>2</sup> pour l'hiver 2021.

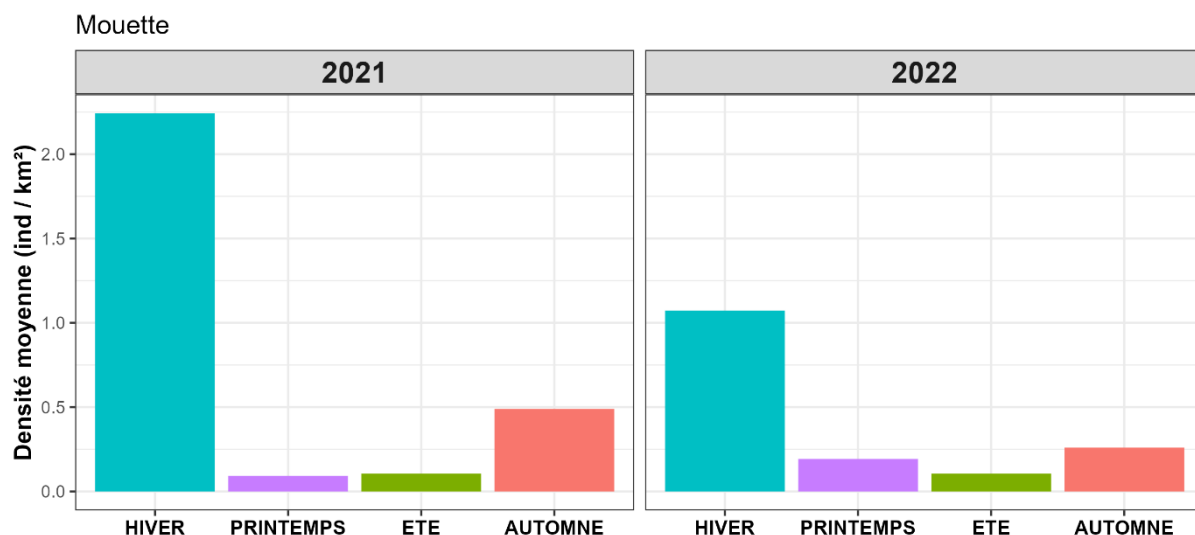


Figure 41. Variation de la densité moyenne de Mouettes lors de chaque survol

En terme d'abondances, 1630 individus ont été répertoriés au cours des 8 survols, avec une nette prédominance de la mouette tridactyle. Compte tenu que 258 groupes d'un seul individu ont été observé à l'hiver 2021 (acquisition digitale), le coefficient de variation de la densité et l'intervalle de confiance de l'abondance n'ont pas pu être estimés.

Tableau 13. Synthèse des abondances saisonnières estimée à l'échelle du PNMI pour les Mouettes

Groupe	Espèce	Vol	Saison	Densité moyenne	CV densité	Abondance moyenne	Abondance IC 95%
Laridés	Tridactyle, Mélando., rieuse, pygmée, indét.	1	Hiver 2021	2.24	/	7848	/
		2	Printemps 2021	0.0924	24%	323	[297 ; 350]
		3	Eté 2021	0.106	40 %	372	[321 ; 423]
		4	Automne 2021	0.490	148 %	1715	[1037 ; 2393]
		5	Hiver 2022	1.07	77 %	3753	[3400 ; 4106]
		6	Printemps 2022	0.193	95 %	676	[470 ; 882]
		7	Eté 2022	0.497	41 %	372	[319 ; 425]
		8	Automne 2022	0.260	65 %	911	[772 ; 1050]



- **Focus sur la mouette tridactyle**

Les mouettes tridactyles est l'espèce prédominante des observations recensées dans le groupe des mouettes (721 tridactyles sur les 1630 mouettes identifiées, soit plus de 44%). Les mouettes tridactyles sont présentes au sein du PNMI de l'hiver jusqu'à l'été ; aucune mouette tridactyle n'a été formellement identifiée en automne (Figure 42 et Figure 43). Ceci laisse suggérer deux possibilités. Soit la mouette tridactyle ne fréquente pas le PNMI en automne (peu probable), soit elle fait partie des mouettes dites « indéterminées ».

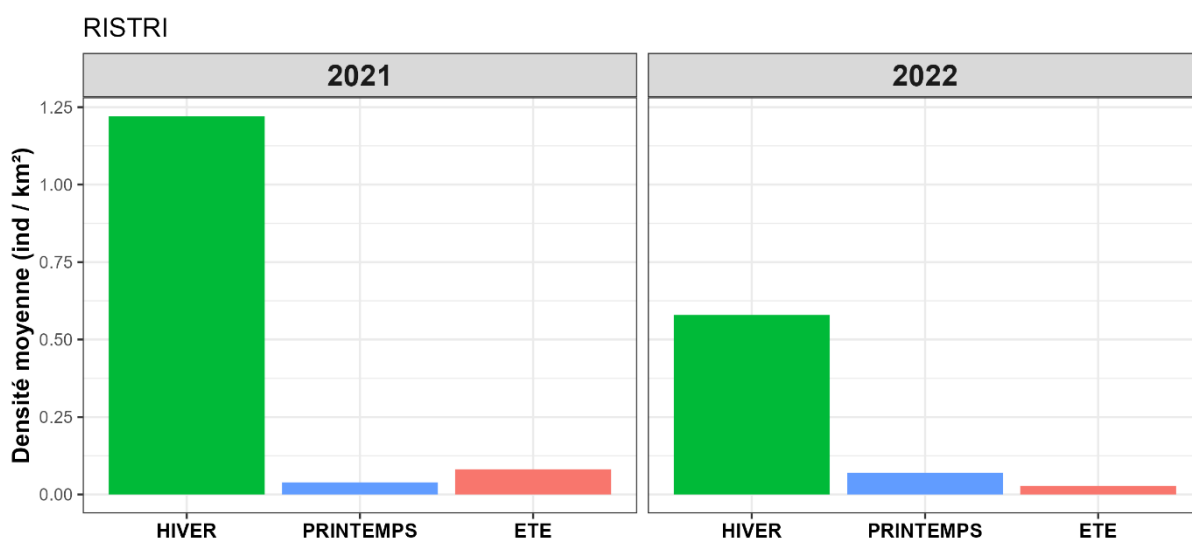


Figure 42. Boxplot des densités de mouettes tridactyles au cours des saisons

**A noter :**

- Bien que rare sur les côtes bretonnes, aucune **mouette de Sabine** (*Xema sabini*) n'a été formellement identifiée au cours des 8 survols.
- 14 mouettes pygmées ont été recensées à l'hiver 2021 dans l'archipel de Sein et au printemps 2022 dans l'archipel de Molène (cf. Figure 52).

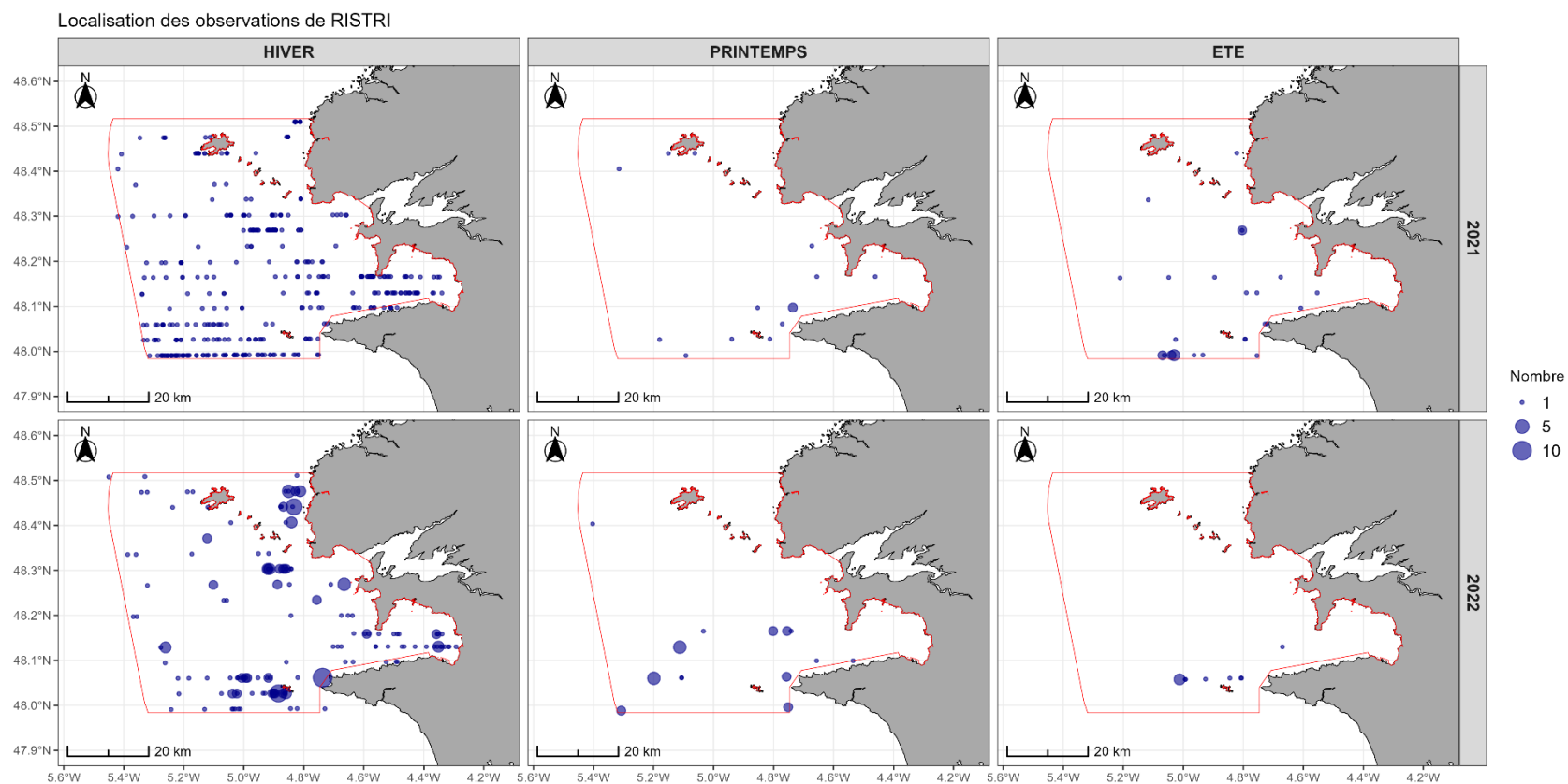


Figure 43. Distribution spatiotemporelle des effectifs de Mouettes tridactyles détectées.

## Les Goélands

Quatre espèces de goélands ont été répertoriées au cours des campagnes d'observation. Il s'agit du goéland marin (*Larus marinus*), Goéland cendré (*Larus canus*), Goéland brun (*Larus fuscus*) et du Goéland argenté (*Larus argentatus*).

Le **Goéland argenté** (*Larus argentatus*) est une espèce polytypique de l'hémisphère nord. En France, deux sous-espèces sont visibles, *L. a. argentatus* et *L. a. argenteus*, mais uniquement la seconde s'y reproduit. En Europe, le Goéland argenté est présent de la péninsule de Kola en Russie, jusqu'au Portugal. Il est considéré comme nicheur, migrateur et hivernant commun en France (Dubois et al., 2008). Sa population européenne est estimée entre 760 000 et 1 400 000 couples (Cadiou et al., 2004), dont 53 038 et 55 858 couples nicheurs en France en 2009-2012 (Cadiou et al., 2013). La Normandie compte 33% des effectifs nicheurs français (environ 18 000 couples). L'espèce est cependant en fort déclin avec une baisse de plus de 30% des effectifs nicheurs en France depuis la dernière décennie. Ce constat est équivalent en Grande-Bretagne depuis la fin des années 1990 (JNCC, 2014). Ce déclin est surtout marqué sur les colonies naturelles alors que la nidification urbaine augmente (Cadiou et al., 2013).

Le **Goéland leucopnée** (*Larus michahellis*) est également une espèce polytypique de l'hémisphère nord. En France, deux sous-espèces sont visibles, *L. m. michahellis* et *L. m. atlantis*. Cette espèce a une répartition principalement méditerranéenne bien qu'elle puisse se reproduire jusqu'en Atlantique, du sud Angleterre jusqu'aux îles de Macaronésie (Cadiou et al., 2005; Cadiou & Bretagne Vivante, 2002).

Le **Goéland marin** (*Larus marinus*) est une espèce monotypique de l'hémisphère nord avec une présence marquée sur les côtes d'Europe de l'Ouest, d'Europe du Nord et d'Amérique du Nord. Cette espèce peut être considérée comme migratrice partielle, c'est-à-dire que certains individus restent en permanence sur un même territoire tandis que d'autres effectuent des migrations du Nord (reproduction) vers le sud (hivernage). La saison de reproduction se situe entre avril et mi-mai, dépendamment de la latitude. Cette espèce utilise principalement les arêtes et les affleurements rocheux ainsi que les promontoires pour nidifier. En Bretagne et en Normandie, on a recensé en 1998 environ 4 000 couples de goélands marins, soit la quasi-totalité des nicheurs français. En Bretagne, lors de l'année 1998, 3 000 goélands marins ont été recensés, contre 21 000 goélands bruns et 45 000 goélands argentés. La Norvège concentre un bon tiers de la population mondiale, d'environ 180 000 couples. Plus récemment, la population française s'élevait entre 6 330 et 6 421 couples lors du dernier recensement en 2009-2012 (Cadiou et al., 2013b). Contrairement aux goélands argentés et bruns, les effectifs de cette espèce continuent d'augmenter avec une hausse de 35 % en France (+24% en Finistère) entre 2000 et 2012 (GEOCA, 2014). Le goéland marin est facilement observable en hiver, où les populations migratrices nordiques se mélangent aux populations locales sédentaires, principalement basées dans les îles du Finistère (Ouessant, Molène et les Glénan). La migration pré-nuptiale (sud-nord) s'effectue de mars à avril où les populations migratrices regagnent leur zone de nidification originelle (Cadiou & Bretagne Vivante, 2002).

Le **Goéland brun** (*Larus fuscus*) est une espèce polytypique comportant 3 sous-espèces : *L. f. fuscus* (Goéland brun de la Baltique) qui niche au nord de la Norvège, en Finlande et jusqu'en mer Blanche (Russie) ; *L. f. intermedius* nichant au sud de la Norvège, au Danemark et aux Pays-Bas et *L. f. Graellsii* qui niche dans l'ouest de l'Europe (Islande, Iles Britanniques, France et Nord-Ouest de la péninsule Ibérique). Contrairement au Goéland marin et argenté, le Goéland brun a donc une aire de répartition strictement européenne et est considéré comme nicheur commun mais très localisé, migrateur et hivernant commun (Dubois et al., 2008). Sa population mondiale atteint les 270 000 couples dont 21 814 à 22 802 couples estimés en France, soit un peu plus de 8% de la population mondiale (Cadiou et al., 2004 ; Cadiou et al., 2013b). 84% des nicheurs français se reproduisent en Bretagne (Cadiou et al., 2013a). L'effectif hivernant en France diminue depuis les années 1990 et était d'environ 40 000 individus en 2011-2012 (Issa & Muller, 2015). La sédentarisation croissante des individus nichant au Royaume-Uni et les hivers plus doux seraient les raisons de cette baisse.

Le **Goéland cendré** (*Larus canus*) est une espèce paléarctique polytypique à distribution septentrionale. Il est représenté par quatre sous-espèces, dont la plus abondante en Europe *L. c. canus*, niche en Islande et en Europe de l'Ouest jusqu'à la mer Blanche en Russie. Il est considéré comme nicheur très rare mais migrateur et hivernant commun en France (Dubois et al., 2008). Sa population est estimée entre 340 000 et 500 000 couples essentiellement localisés en Suède et en Norvège (hors Russie : Cahiers d'Habitats Natura 2000, 2012). La France représente la limite méridionale de son aire de nidification et n'accueille qu'une part marginale des effectifs puisqu'une trentaine de couples sont cantonnés dans le Nord-Pas-de-Calais et dans quelques départements intérieurs : Yvelines, Haute-Savoie (Cadiou et al., 2013b). En hiver, les effectifs français fluctuent selon les vagues de froid mais sont globalement en déclin avec 37 000 individus en 2012 (Issa & Muller, 2015). L'essentiel des hivernants reste en Manche, du Pas-de-Calais à la Basse-Normandie et se retrouve également dans les terres (Dubois et al., 2008). Les effectifs hivernants en France représentent environ 4,6 % de la population biogéographique (nord-est et centre Europe, Atlantique et Méditerranée) qui est estimée à 1 600 000 oiseaux en hiver (Cahiers d'Habitats Natura 2000, 2012).

Les goélands sont communément regroupés pour les analyses de survols en trois groupes :

- Les **goélands noirs**, regroupant les Goélands marins, Goélands bruns et les Goélands « noirs indéterminés »
- Les **goélands gris**, regroupant les Goélands argentés, Goélands cendrés et les Goélands « gris indéterminés »
- Les **autres goélands**

- **Les Goélands noirs : marin + brun + indéterminé**

Les **Goélands noirs** sont présents à l'année à l'échelle du PNMI, avec une distribution spatiale assez homogène ; ils peuvent se rencontrer à la fois au large et à la côte (Figure 45). Les groupes observés sont généralement composés de plusieurs individus (maximum de 35 individus détectés au sein d'un même groupe).

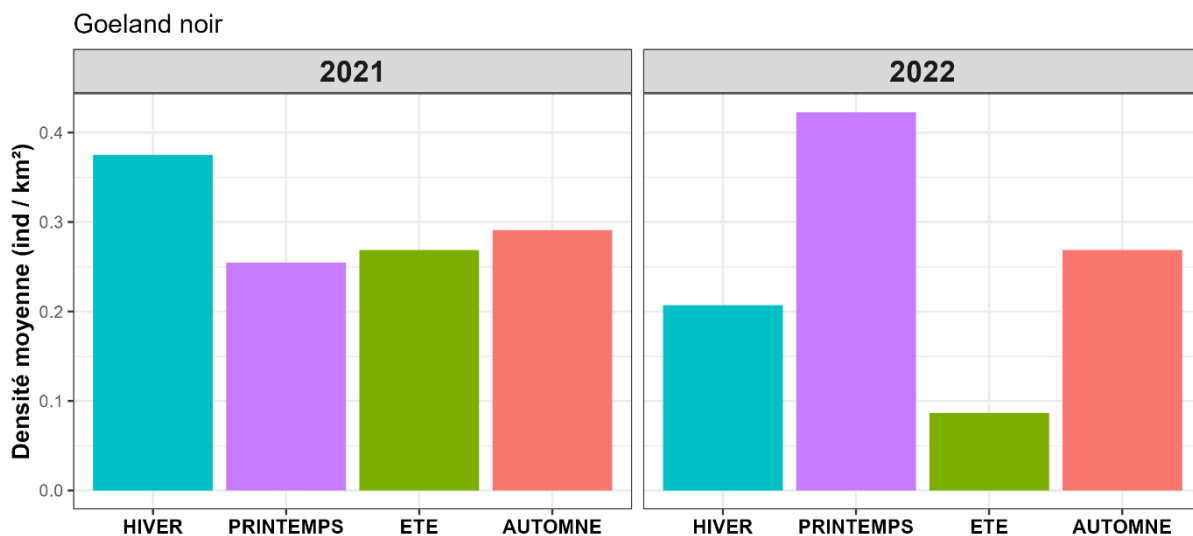


Figure 44. Variation de la densité moyenne de Goélands noirs lors de chaque survol

Les densités de goélands noirs sont assez importantes, en particulier au cours de l'hiver 2021 et du printemps 2022 ; avec une densité moyenne de plus de 0.4 individu par km<sup>2</sup> (Figure 44).

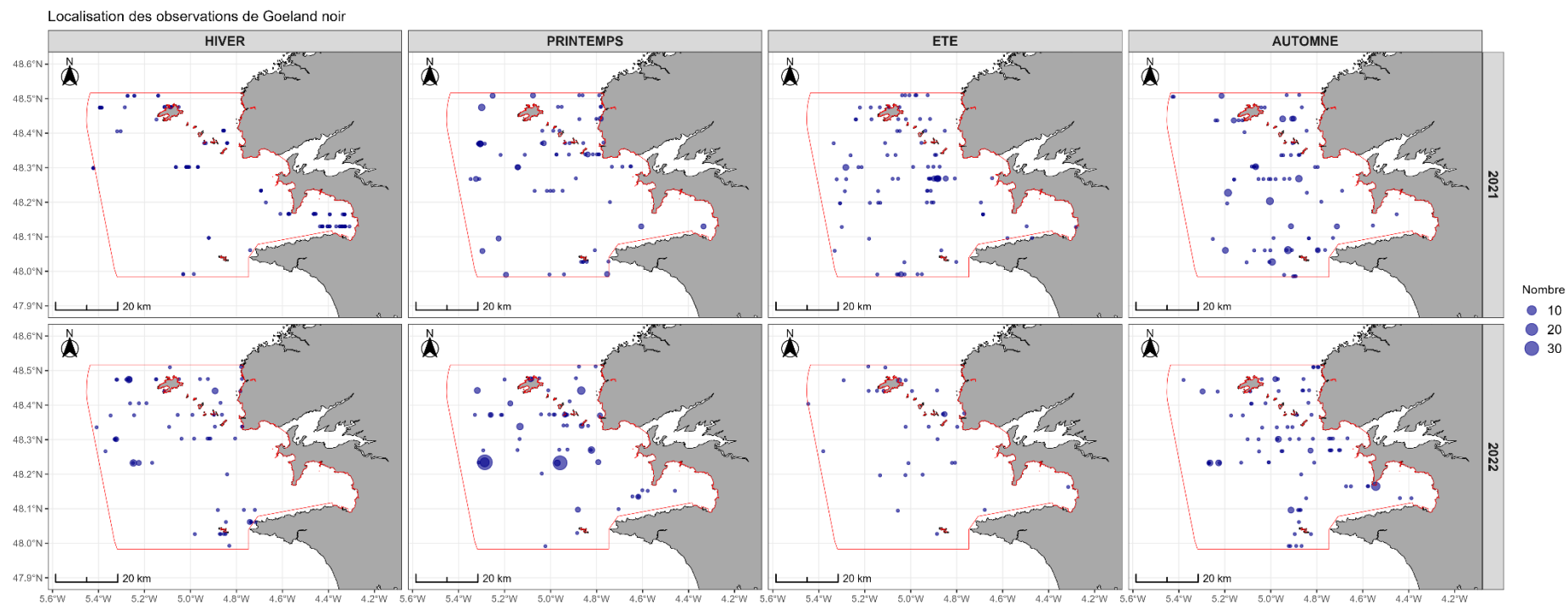


Figure 45. Distribution spatiotemporelle des effectifs de Goélands noirs détectés

Il semblerait que les années 2021 et 2022 soient relativement équilibrées en termes d'abondances moyennes (Tableau 12). Les goélands de noirs font partis des groupes d'espèces présentant les coefficients de variations parmi les plus faibles ; excepté en ce qui concerne le printemps 2022. Compte tenu que 134 groupes d'un seul individu ont été observé à l'hiver 2021 (acquisition digitale), le coefficient de variation de la densité et l'intervalle de confiance de l'abondance n'ont pas pu être estimés.

Tableau 14. Synthèse des abondances saisonnières estimées à l'échelle du PNMI pour les Goélands noirs

Groupe	Espèce	Vol	Saison	Densité moyenne	CV densité	Abondance moyenne	Abondance IC 95%
Laridés	Goélands noirs	1	Hiver 2021	0.375	/	1313	/
		2	Printemps 2021	0.255	46 %	892	[795 ; 988]
		3	Été 2021	0.269	37 %	941	[868 ; 1013]
		4	Automne 2021	0.291	70 %	1019	[855 ; 1183]
		5	Hiver 2022	0.207	52 %	725	[631 ; 819]
		6	Printemps 2022	0.423	220 %	1480	[619 ; 2340]
		7	Été 2022	0.0868	24 %	304	[277 ; 330]
		8	Automne 2022	0.269	74 %	941	[766 ; 1095]

- **Les Goélands gris : Argenté, Cendré et indéterminé**

Tous comme les Goélands noirs, les **Goélands gris** ont eux aussi une distribution spatiale relativement homogène au sein du PNMI. Ils se rencontrent aussi bien au large qu'à la côte (Figure 46). Les groupes observés sont généralement composés de plusieurs individus (maximum de 40 individus détectés au sein d'un même groupe). Au total 738 individus ont été détectés au cours des 8 survols, répartis en 499 groupes.

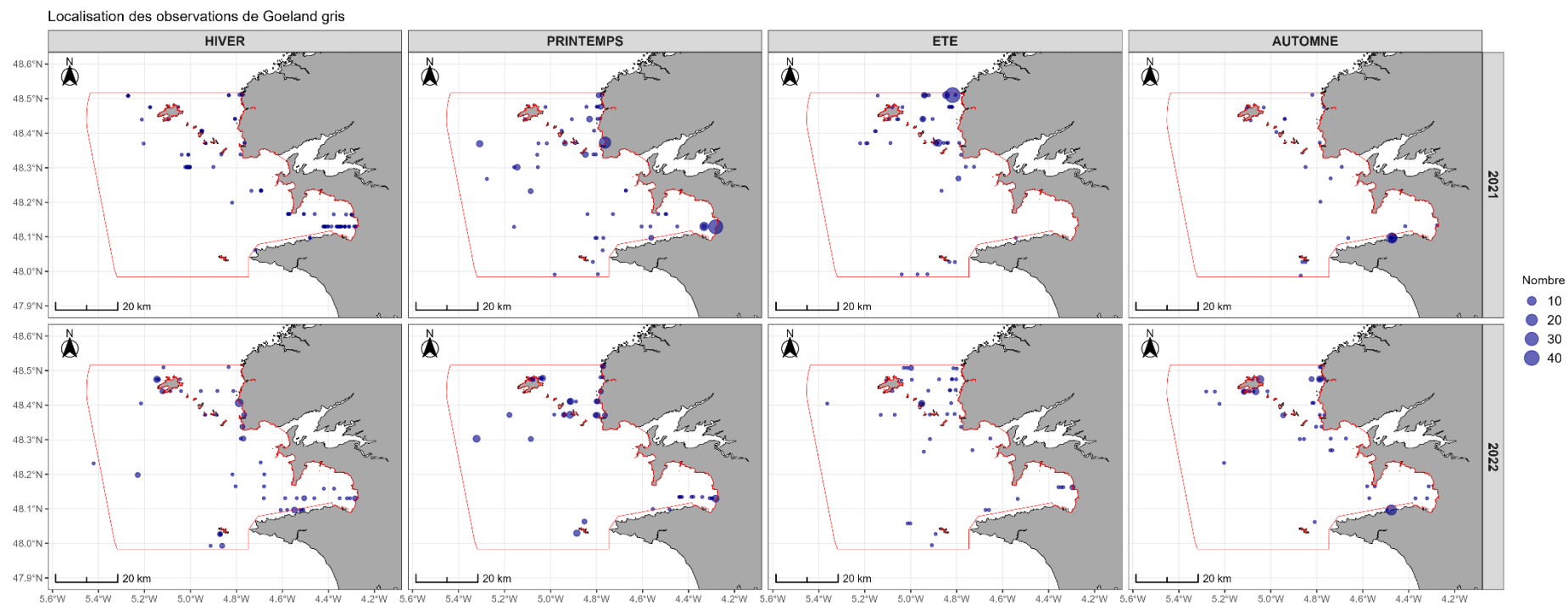


Figure 46. Distribution spatiotemporelle des effectifs de Goélands gris détectées.



Les densités moyennes sont relativement stables au cours de l'année ; en particulier en 2022 avec une moyenne d'environ 0.2 individu au km<sup>2</sup>. A noter la faible détection de goéland gris au cours du survol automnal de 2021 où seulement 2 groupes d'un seul individu ont été répertoriés (Figure 46 et Figure 47).

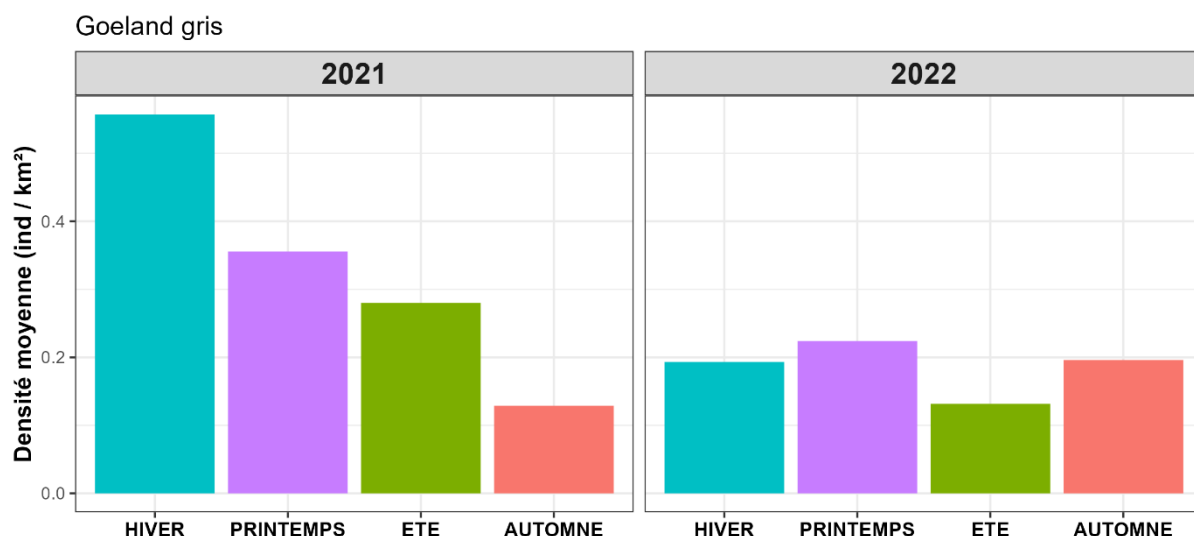


Figure 47. Variation de la densité moyenne de Goélants gris lors de chaque survol

Contrairement aux goélants noirs, les groupes de goélants gris comportent plus de variabilité en termes de nombre d'individus par groupe. De ce fait, les estimations liées à l'incertitude (coefficient de variation de la densité et intervalle de confiance des abondances) sont plus importantes. Compte tenu que 199 groupes d'un seul individu ont été observé à l'hiver 2021 (acquisition digitale), le coefficient de variation de la densité et l'intervalle de confiance de l'abondance n'ont pas pu être estimés.

Tableau 15. Synthèse des abondances saisonnières estimée à l'échelle du PNMI pour les Goélants gris

Groupe	Espèce	Vol	Saison	Densité moyenne	CV densité	Abondance moyenne	Abondance IC 95%
Laridés	Goélants gris	1	Hiver 2021	0.557	/	1950	/
		2	Printemps 2021	0.356	220 %	1244	[494 ; 1994]
		3	Eté 2021	0.280	266 %	980	[227 ; 1732]
		4	Automne 2021	0.129	167 %	451	[155 ; 746]
		5	Hiver 2022	0.193	72 %	676	[539 ; 813]
		6	Printemps 2022	0.224	67 %	784	[632 ; 935]
		7	Eté 2022	0.132	45 %	461	[398 ; 523]
		8	Automne 2022	0.196	139 %	686	[395 ; 977]

- **Les autres goélands**

Les autres goélands, indéterminés et non-considérés comme appartenant au goélands gris et noirs ont eux aussi une distribution spatiale assez homogène au sein du PNMI (Figure 49). Au total, ce groupe de « grands goélands indéterminés » regroupe tout de même 1203 individus répartis à travers 267 groupes au cours des 8 survols effectués.

Il ressort que la densité de ce groupe est plus élevée du printemps à l'automne (autour de 0.5 individu / km<sup>2</sup>) qu'en hiver (0.15 individu/km<sup>2</sup>) (Figure 48). En mettant en relation ces densités avec celles estimées pour les goélands noirs et les goélands gris, il se pourrait qu'il soit plus aisé de déterminer les goélands gris et noirs en hiver, et que l'été en particulier rend plus difficile cette détermination.

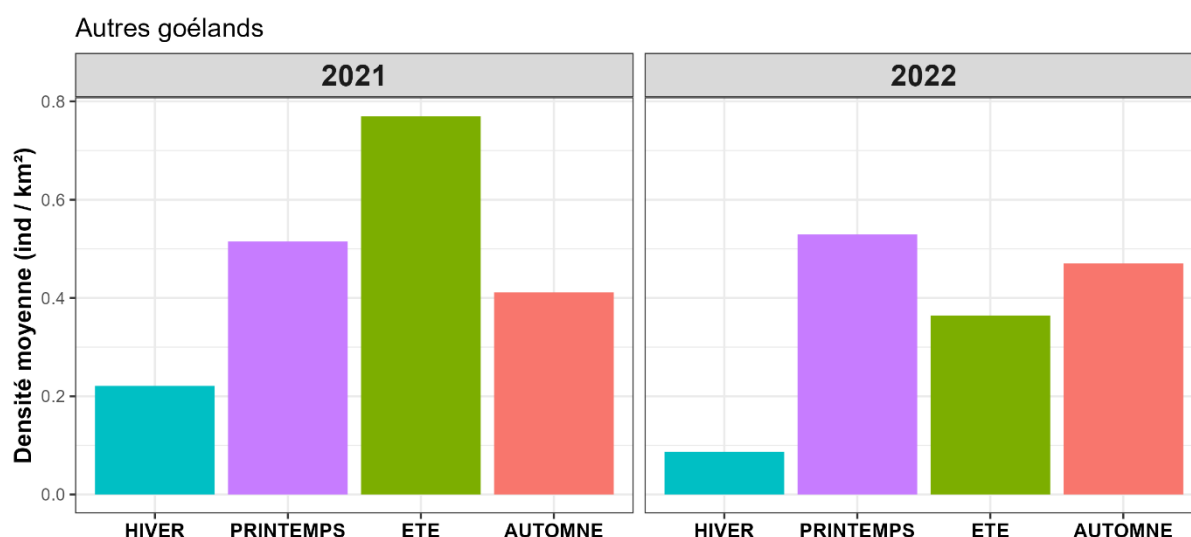


Figure 48. Variation de la densité moyenne des « autres goélands » lors de chaque survol

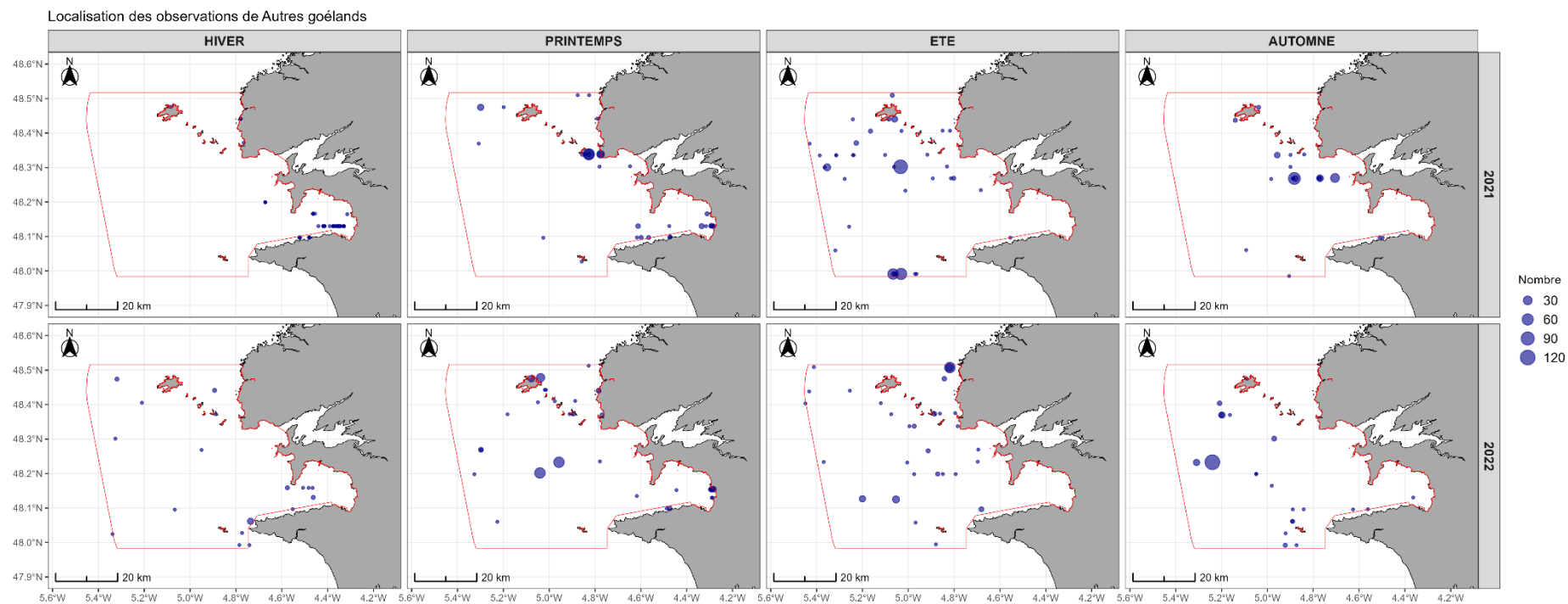


Figure 49. Distribution spatiotemporelle des effectifs des 'Autres Goélands' détectées.

### Les Gavidés

Trois espèces de plongeurs peuvent être observées : le **Plongeon imbrin** (*Gavia immer*), le **Plongeon arctique** (*Gavia arctica*) et le **Plongeon catmarin** (*Gavia stellata*).

Le **Plongeon imbrin** est monotypique et niche dans la partie septentrionale de l'Amérique du Nord et en Islande. C'est un hivernant peu commun en France. Le **Plongeon arctique**, morphologiquement proche du Plongeon imbrin, est polytypique et seule la sous-espèce *G. a. arctica* qui niche du nord de l'Ecosse à l'est de la Russie, est visible en Europe. C'est un hivernant assez commun le long des côtes. Enfin, le **Plongeon catmarin**, le plus petit des trois, est une espèce monotypique nichant dans la région circumarctique et assez commun en hiver dans la zone côtière (Dubois et al., 2008).

Les plongeurs sont observés en période d'hivernage, essentiellement en Manche le long des côtes. Leur présence est faible dans la zone d'étude élargie. Ils affectionnent les sites correspondants à des fonds sableux et leur régime alimentaire comprend de nombreuses espèces de poissons (lançons, sprats, poissons plats...) et des crustacés (Rocamora & Yeatman-Berthelot, 1999). En Bretagne, les plongeurs sont davantage localisés sur la côte de Granit Rose, en Baie du Mont Saint Michel ainsi qu'en Baie de Douarnenez et en rade de Brest.

Au sein du PNMI, les plongeurs ont majoritairement été localisés uniquement en hiver et au printemps, à proximité de la côte (Archipel de Molène et fond de baie de Douarnenez) ; bien que 5 individus aient été aperçus bien au large, aux limites administratives du PNMI (Figure 50).

A noter l'observation de 2 individus au sein d'un même groupe à l'été 2021 à l'entrée du goulet de Brest.

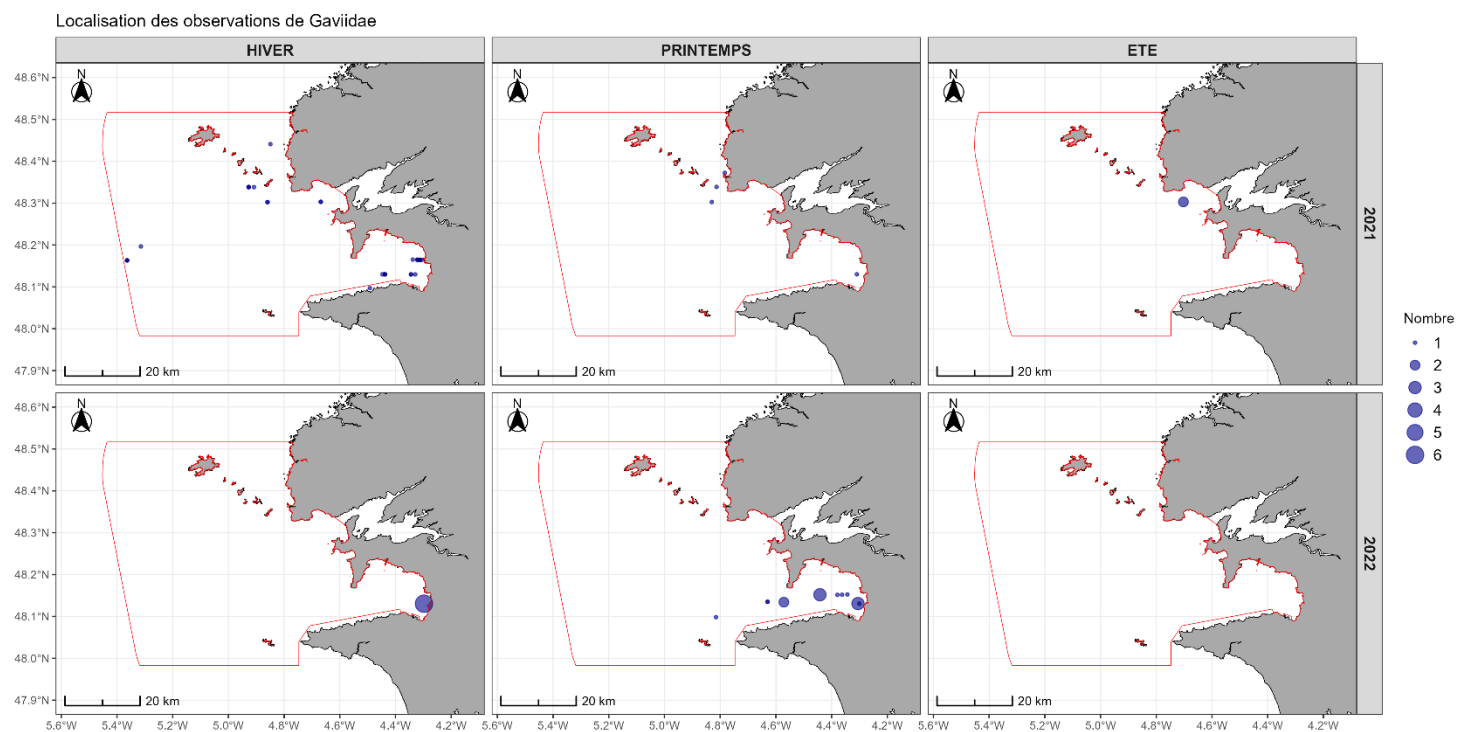


Figure 50. Distribution spatiotemporelle des effectifs des Gaviidés détectés.

Compte tenu du peu d'individus recensés (53 individus au cours des deux années de suivis), les densités moyennes estimées sont relativement faibles, avec un maximum de 0.081 individus / km<sup>2</sup> pour l'hiver 2021 (Figure 51).

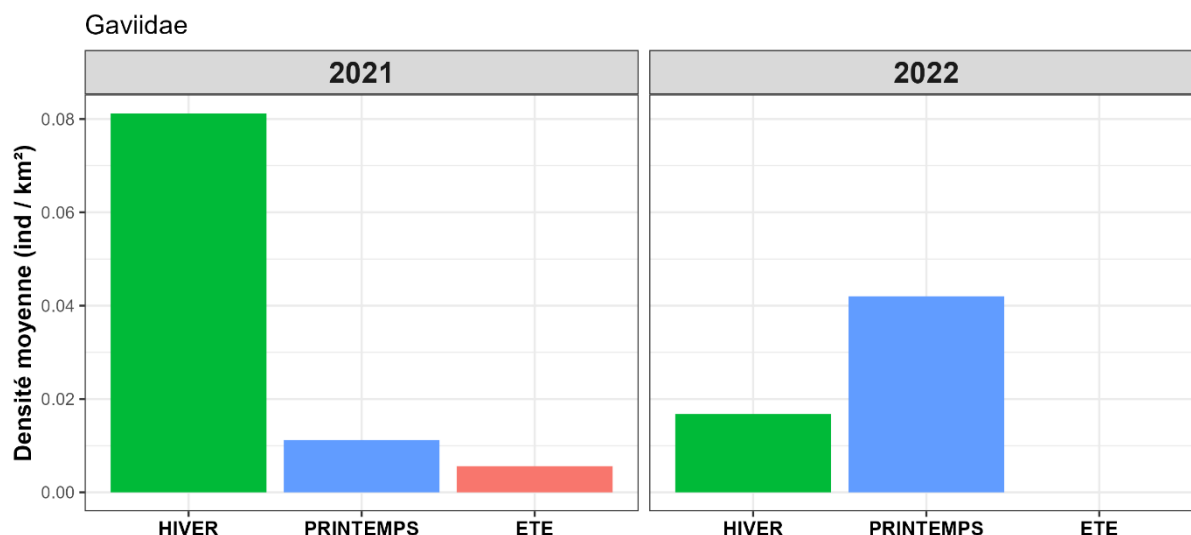


Figure 51. Variation de la densité moyenne des Gavidés lors de chaque survol

Du fait du caractère relativement côtier des Gavidés, les abondances extrapolées à l'échelle du PNMI sont à prendre avec beaucoup de précaution. Ces estimations sont très certainement surestimées. De même, l'été 2021 et l'hiver 2022 comportait un seul groupe observé, respectivement composé de 2 et 6 individus. L'hiver 2021 comportait 29 groupes d'un seul individu (acquisition digitale) ; le printemps 2021 quant-à lui comportait 4 groupes d'un seul individu. De ce fait, il n'a pas été rendu possible d'estimer les coefficients de variations des densités ainsi que l'intervalle de confiance à 95% des abondances.

Tableau 16. Synthèse des abondances saisonnières estimée à l'échelle du PNMI pour les Gaviidés

Groupe	Espèce	Vol	Saison	Densité moyenne	CV densité	Abondance moyenne	Abondance IC 95%
Gavidés	Plongeon sp	1	Hiver 2021	0.0812	/	284	/
		2	Printemps 2021	0.0112	/	39	/
		3	Eté 2021	0.00560	/	20	/
		4	Automne 2021	0	0	0	0
		5	Hiver 2022	0.0168	/	59	/
		6	Printemps 2022	0.0420	57 %	147	[95 ; 199]
		7	Eté 2022	0	0	0	0
		8	Automne 2022	0	0	0	0



### *Les espèces d'intérêt rarement observées lors des survols*

Quelques espèces d'intérêt relativement « rares » (ou tout du moins rares à identifier au cours des survols aériens) ont pu être localisées ; principalement en hiver et au printemps (Figure 52).

A noter la présence :

- 1 **Macareux moine** à la limite sud du PNMI, au large de l'archipel de Sein à l'hiver 2022
- 1 **Harle bièvre** à l'hiver 2021 dans l'archipel de Molène
- 1 **Courlis cendré** à l'été 2021 en fond de baie de Douarnenez
- 22 **Macreuses** (brune ou noire) dans l'archipel de Sein et en fond de baie de Douarnenez à l'hiver 2022
- 18 **Tadornes de Belon** dans l'archipel de Molène et sur la côte de Porspoder à l'hiver et au printemps 2021 / 2022
- 14 **Mouettes pygmée** à l'hiver 2021 (Archipel de Sein) et au printemps 2022 (Archipel de Molène)

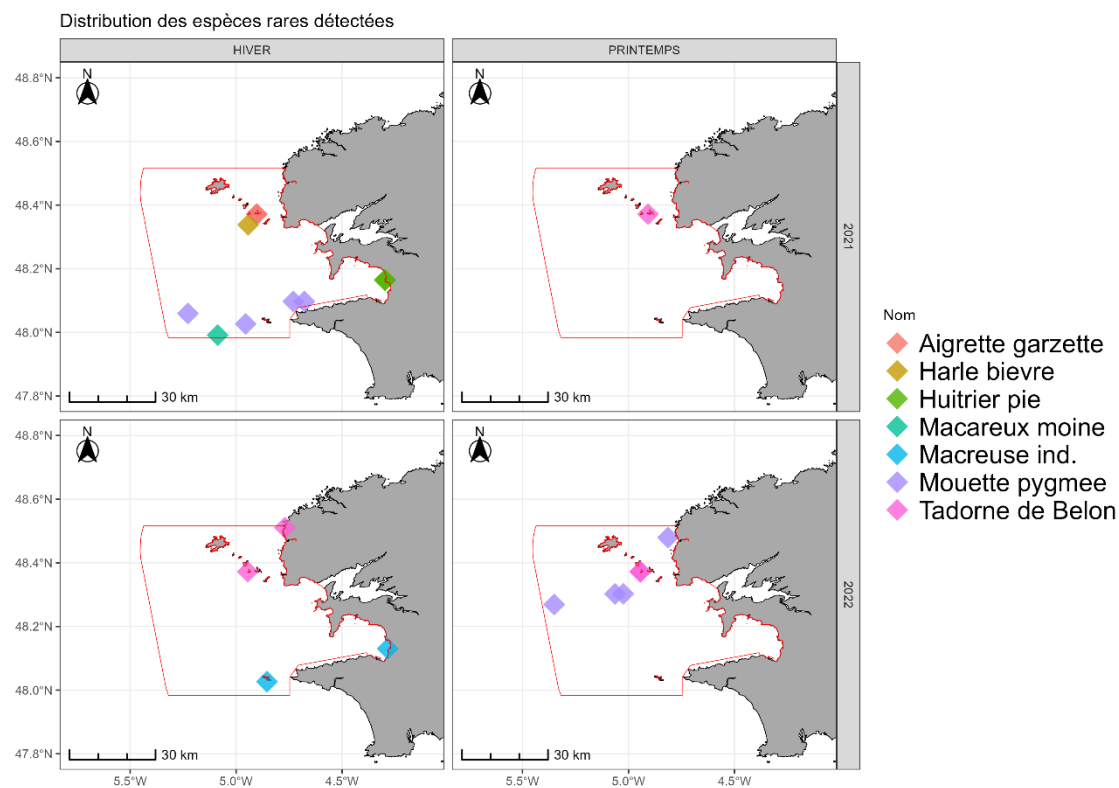


Figure 52. Localisation de quelques observations 'rares' au cours des 8 survols





A savoir que d'autres espèces ont été observés, tel que le pigeon ramier (2 individus), 2 faucons indéterminés, 10 passereaux indéterminés, 2 martinets noirs, 17 limicoles (dont 13 indéterminés, 3 huitriers pies et 1 courlis cendré). L'ensemble de la distribution de ces espèces a été cartographiée en **Annexe 2**.

#### d. Individus morts

Quatre mammifères marins et huit oiseaux morts ont été observés lors des survols aériens. Les observations sont résumées sur la Figure 53.

##### **Au total :**

- Été 2021 : 1 mammifère mort dans l'archipel de Molène
- Automne 2021 : 1 mammifère + 2 oiseaux morts dans le sud du PNMI
- Hiver 2022 : 2 mammifères morts au large d'Ouessant
- Automne 2022 : 6 oiseaux morts dont 1 au large de Porspoder, 2 à la pointe du Raz et 3 dans le centre PNMI

A savoir que 3 des 4 mammifères marins morts seraient des petits delphininés, vraisemblablement des dauphins communs, lors des survols Automne 2021 et Hiver 2022. Le 4<sup>ème</sup> mammifère marin serait soit un grand dauphin, soit un dauphin de Risso lors du survol de juin 2021.

Concernant les 8 oiseaux morts, 6 ont été identifiés comme des fous de Bassan. Les deux autres n'ont pas pu être déterminés. A savoir que l'été et l'automne 2022 ont été marqués par un contexte de grippe aviaire sévère, où la population de fous de Bassan a été particulièrement touchée en Bretagne.

Localisation des observations d'individus morts

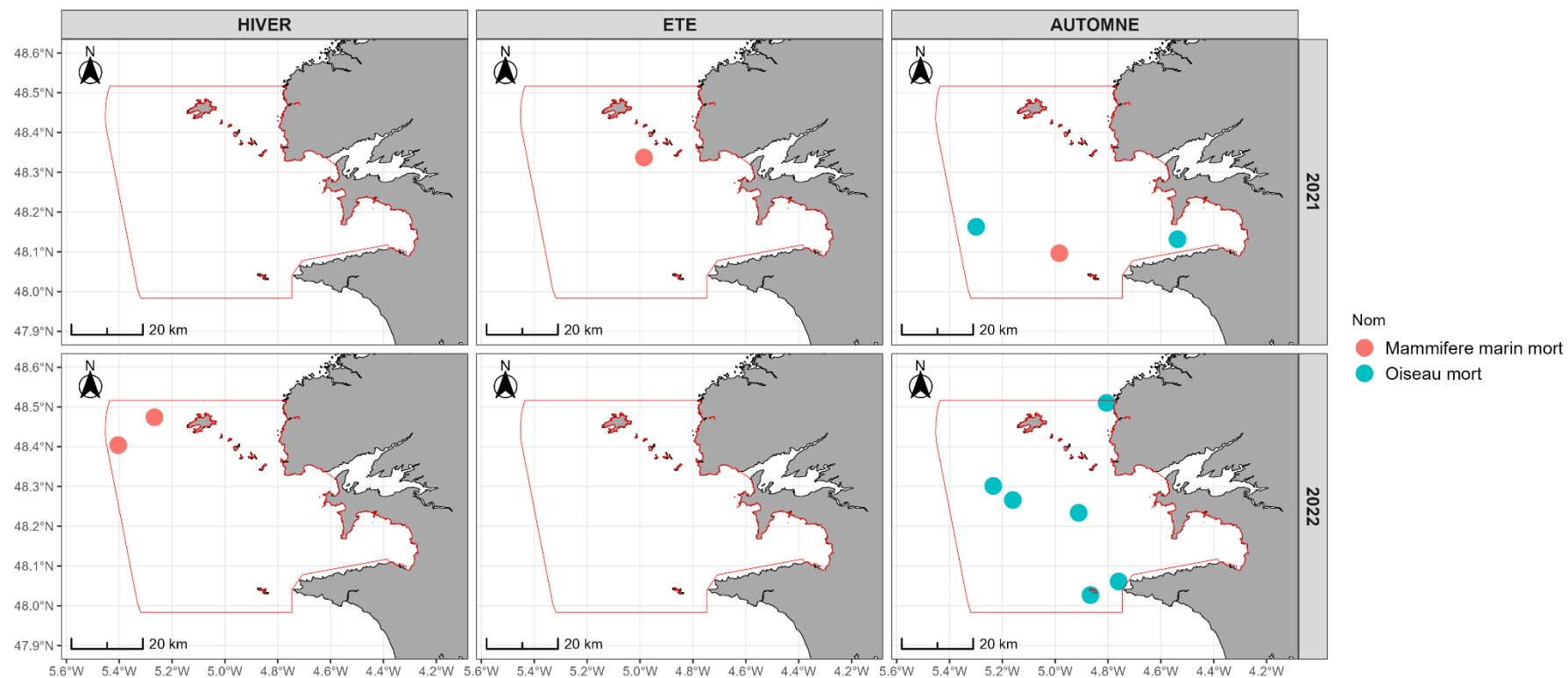


Figure 53. Distribution spatiotemporelle des observations d'individus morts

## e. Autres mégafaunes marines

### Les poisson-lunes

Les poisson-lunes (*Mola mola*) sont les poissons les plus lourds de tous les poissons osseux. Ils se nourrissent principalement de méduses. Au sein du PNMI, 24 observations (25 individus) ont été enregistrées au cours des survols printaniers à automnaux (Figure 54). Le survol automnal de 2021 comporte à lui seul 16 observations (17 individus) au centre du PNMI, entre l'archipel de Molène et l'archipel de Sein.

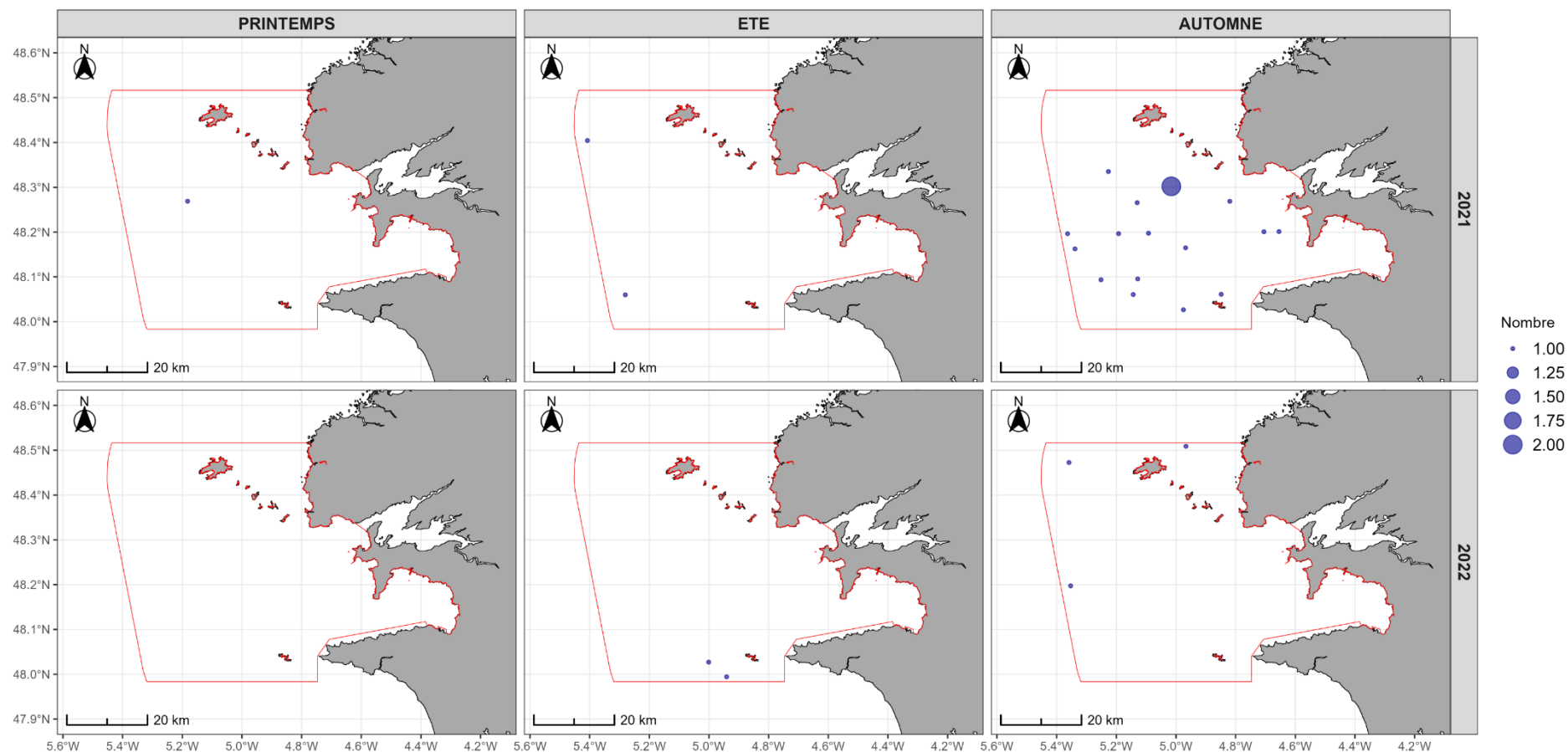


Figure 54. Distribution spatiotemporelle des observations de poisson-lune

### Les requins (requin peau bleue)

Le requin peau bleue (*Prionace glauca*), d'une taille maximale de 4 mètres, est un requin pélagique très présent dans les océans tempérés à tropicaux, de la surface jusqu'à plusieurs centaines de mètres de profondeur.

Au sein du PNMI, 8 requins via 8 observations ont été identifiés à l'été et l'automne 2021 (Figure 55). Parmi ces 8 individus détectés, 7 ont été formellement reconnus comme étant des requins peau bleue. La majorité des observations à l'été 2021 a été enregistrée au centre large du PNMI, à la frontière des limites administratives. Les observations automnales sont quant à elles davantage situées au centre du PNMI.

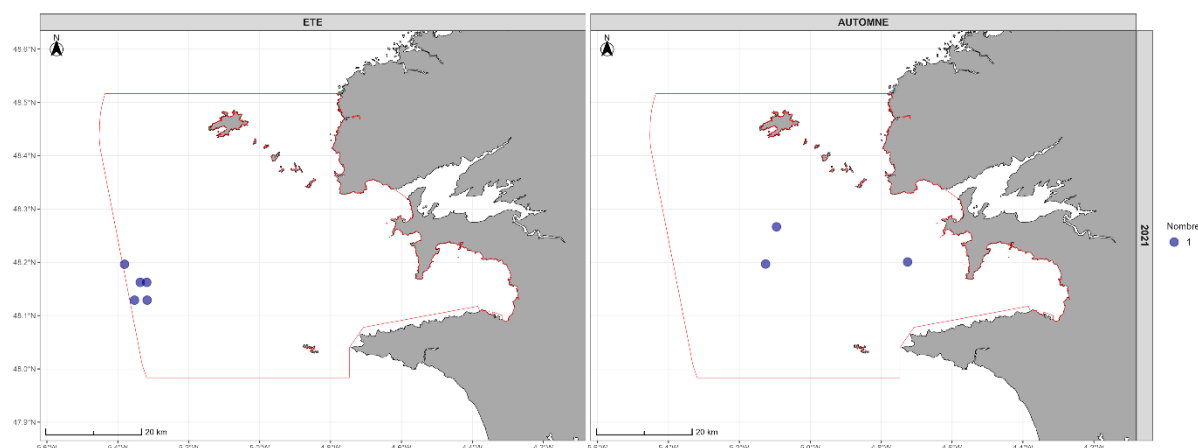
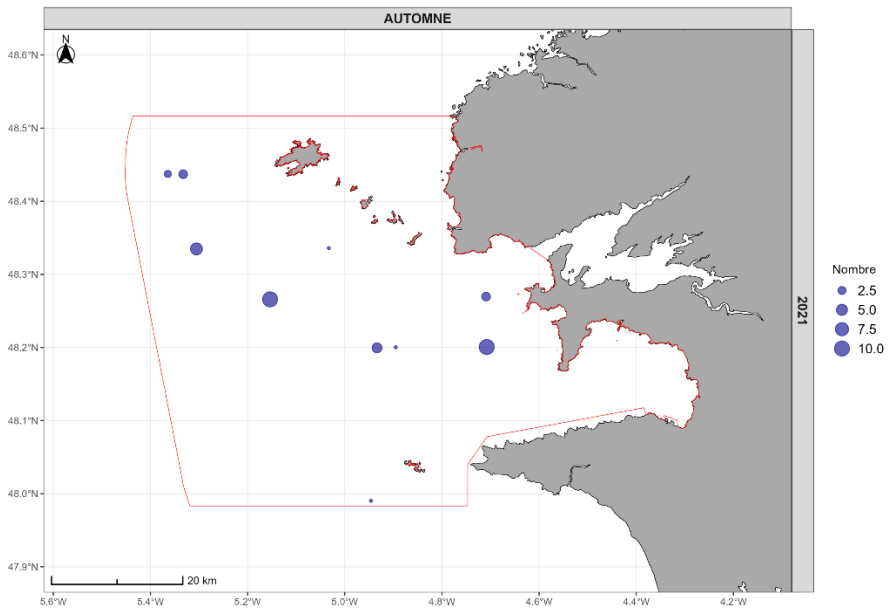


Figure 55. Distribution spatiotemporelle des observations de requins (principalement requin peau bleue)

### Les thons et/ou bonites

Plusieurs grands poissons comme des thons (i.e. le thon rouge *Thunnus thynnus* ou le thon germon *Thunnus alalunga*) ou des bonites (bonites à dos rayé *Sarda sarda*) ont pu être identifiés, bien souvent lors de chasse en surface et/ou en pleine frénésie alimentaire. Ces grands poissons sont principalement présents en Bretagne du début de l'été jusqu'à la fin de l'automne.

Les observations de thons et/ou de bonites ont eu lieu lors du survol automnal de 2021 où 10 observations ont été enregistrées pour un total de 41 individus (Figure 56).



## f. Les activités humaines

### Les déchets liés à l'activité humaine

1026 observations de déchets flottants ont été recensés lors des 8 survols effectués. A noter qu'aucun déchet n'a été répertorié au cours de l'hiver 2021 (acquisition uniquement digitale ne permettant pas l'identification des activités humaines). Sont regroupés parmi ces déchets les déchets plastiques, les déchets de polystyrène, les déchets de pêche, les déchets de bois « non-naturel » et les nappes d'hydrocarbure.

La distribution spatiotemporelle des déchets (Figure 57) est relativement homogène au sein du PNMI.



# Modélisation géostatistique (Kernel density estimation)

Nombre de déchets

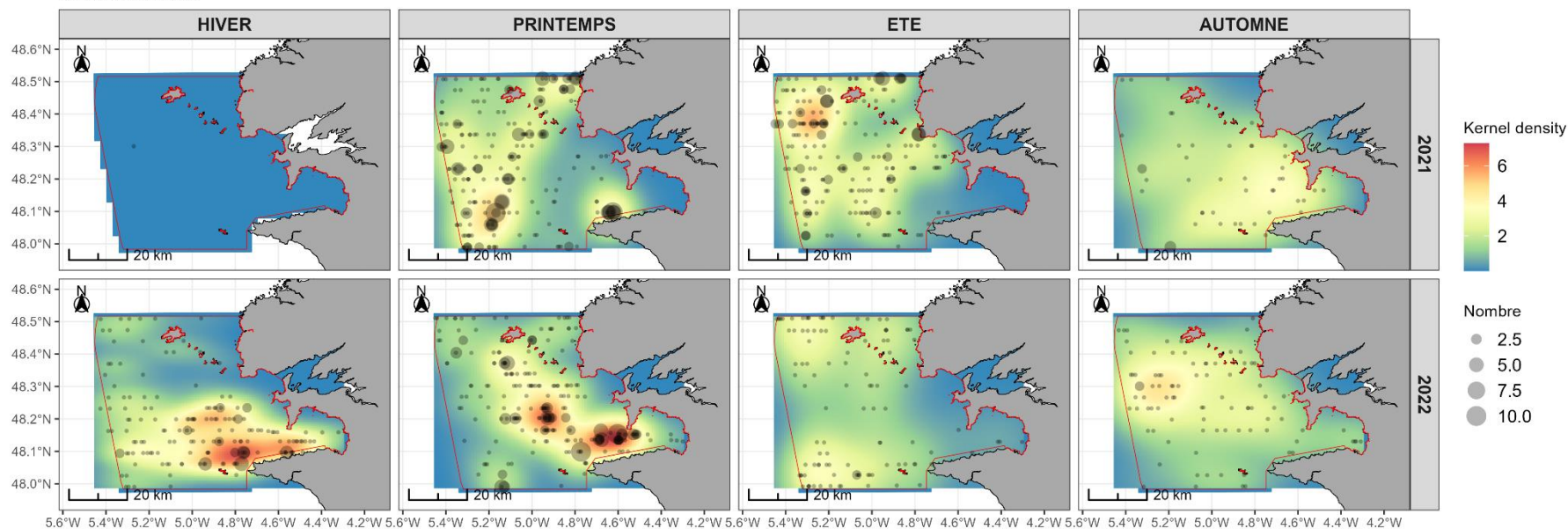


Figure 57. Distribution spatiotemporelle des déchets liés à l'activité humaine

## Les bouées de pêche

218 et 209 bouées de pêche ont été identifiées respectivement lors de l'année 2021 et 2022, principalement en été et en automne, au sein du PNMI. Leur distribution spatiotemporelle est résumée dans la Figure 58. Sans surprise, l'essentielle des bouées de pêche sont relativement proches de la côte et correspondraient essentiellement à des bouées utilisées par les caseyeurs, des fileyeurs ou des pêcheurs plaisanciers.

# Localisation des observations des bouées de pêche

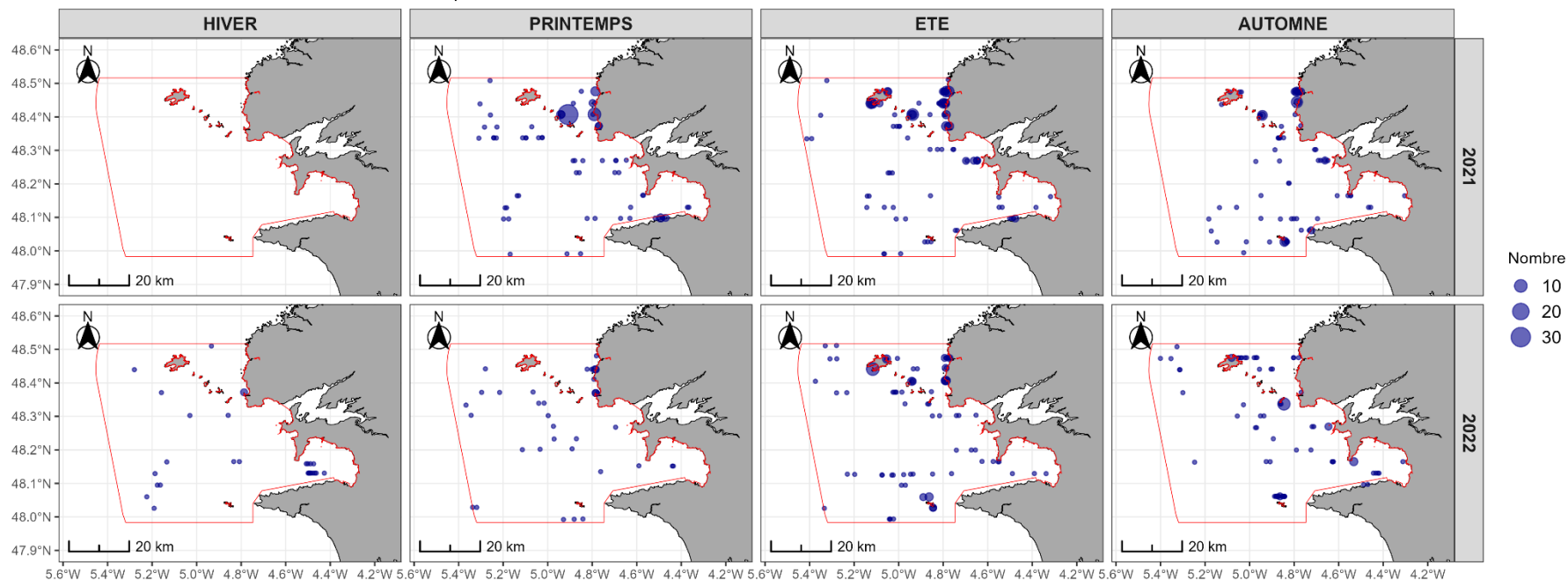


Figure 58. Distribution spatiotemporelle des bouées de pêche

## Les bateaux de plaisance

180 bateaux de plaisance (à voile ou à moteur) ont été identifiés entre le printemps 2021 et l'automne 2022 (Figure 59). La distribution des bateaux de plaisance est davantage localisée sur la côte. Le survol hivernal 2021 n'a pas pu permettre de prendre en compte les bateaux de plaisance (vol uniquement digital basé sur les oiseaux et mammifères marins).

# Localisation des observations de bateaux de plaisance

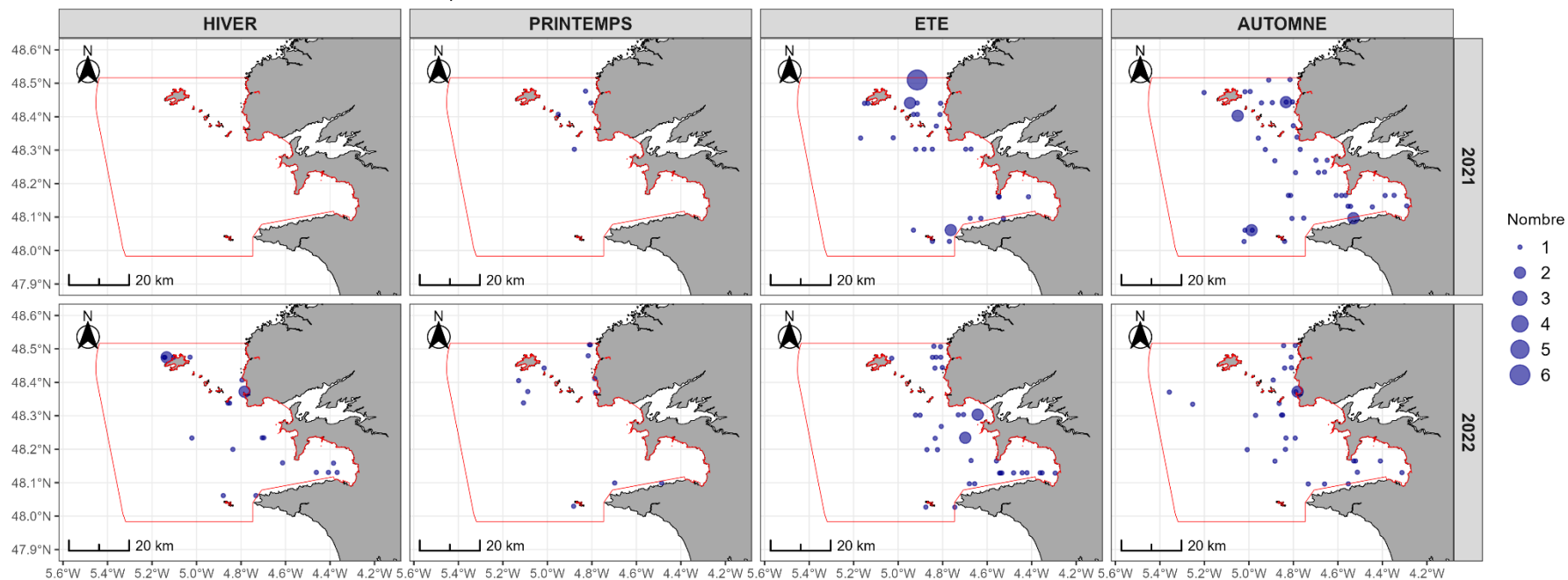


Figure 59. Distribution spatiotemporelle des bateaux de plaisance

## Les bateaux de pêche professionnelle

514 bateaux de pêche ont été recensés entre le printemps 2021 et l'automne 2022. Ces bateaux de pêche sont principalement localisés dans le secteur de l'archipel de Molène et de l'archipel de Sein (Figure 60).

Localisation des observations de bateaux de pêche pro

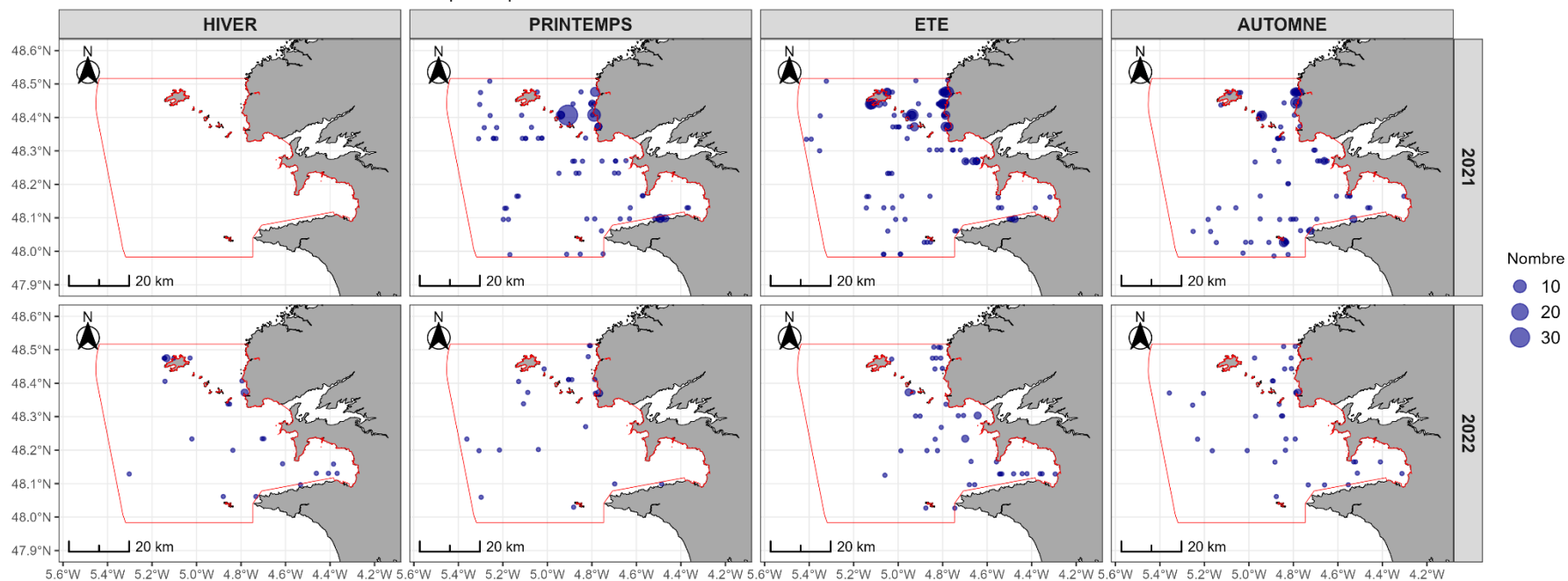


Figure 60. Distribution spatiotemporelle des bateaux de pêche professionnelle

## Bibliographie

- Braulik, G., Jefferson, T.A., Bearzi, G., 2021. *Delphinus delphis*. The IUCN Red List of Threatened Species. e.T134817215A50352620.
- Braulik, G., Minton, G., Amano, M., Bjørge, A., 2020. *Phocoena phocoena*: The IUCN Red List of Threatened Species. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T17027A50369903.en>
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L., Thomas, L., 2001. Introduction To Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations, Oxford. ed.
- Cadiou, B., Jacob, Y., Provost, P., Quénot, F., Février, Y., 2017. Bilan de la saison de reproduction des oiseaux marins en Bretagne en 2016. Observatoire régional des oiseaux marins en Bretagne, Brest.
- Cadiou, B., Mahéo, H., 2019. Bilan d'un demi-siècle de suivis des colonies d'océanite tempête *Hydrobates pelagicus* de l'archipel de Molène (Bretagne). *Alauda* 87, 125–136.
- Cadiou, B., Monnat, J.-Y., 2004. Les oiseaux marins nicheurs de Bretagne, Edition Biotope. ed.
- Cadiou, B., Pons, J.-M., Yésou, P., 2004. Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960-2000), Biotope. ed.
- Castège, I., Hémerly, G., 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne - Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées, Edition Biotope. ed.
- Copping, J.P., Atkinson, P.W., Gauvain, R.D., Godber, J., 2018. Alderney's Northern Gannet *Morus bassanus* population; Counts on Les Etacs and Ortac. *Seabird* 8.
- Courbin, N., Dortel, E., Grémillet, D., Lebreton, J.-D., Besnard, A., 2022. Note sur la démographie pour une aide à la gestion et à la conservation des populations d'Oiseaux marins nicheurs du littoral français métropolitain. *Naturae*. <https://doi.org/10.5852/naturae2022a16>
- Doremus, G., Laran, S., Van Canneyt, O., 2017. Programmes REMMOA (Outre-mer) & SAMM (France métropole) 58p.
- Fontaine, M.C., Baird, S.J., Piry, S., Ray, N., Tolley, K.A., Duke, S., Birkun, A., Ferreira, M., Jauniaux, T., Llavona, Á., Öztürk, B., A Öztürk, A., Ridoux, V., Rogan, E., Sequeira, M., Siebert, U., Vikingsson, G.A., Bouqueneau, J.-M., Michaux, J.R., 2007. Rise of oceanographic barriers in continuous populations of a cetacean: the genetic structure of harbour porpoises in Old World waters. *BMC Biol* 5, 30. <https://doi.org/10.1186/1741-7007-5-30>
- GEOCA, 2014. Oiseaux des Côtes-d'Armor. Statut, distribution, tendances. Saint-Brieuc, 416 p.
- Hammond, P., Macleod, K., Gillespie, D., Swift, R., Winship, A., Burt, M., Cañadas, A., Vázquez, J., Ridoux, V., Certain, G., Canneyt, O.V., Lens, S., Santos, B., Rogan, E., Uriarte, A., Hernandez, C., Castro, R., 2009. Cetacean Offshore Distribution and Abundance (CODA) 43.
- Hammond, P.S., Macleod, K., Berggren, P., Borchers, D.L., Burt, L., Cañadas, A., Desportes, G., Donovan, G.P., Gilles, A., Gillespie, D., Gordon, J., Hiby, L., Kuklik, I., Leaper, R., Lehnert, K., Leopold, M., Lovell, P., Øien, N., Paxton, C.G.M., Ridoux, V., Rogan, E., Samarra, F., Scheidat, M., Sequeira, M., Siebert, U., Skov, H., Swift, R., Tasker, M.L., Teilmann, J., Van Canneyt, O., Vázquez, J.A., 2013. Cetacean abundance and distribution in European Atlantic shelf waters to inform conservation and management. *Biological Conservation* 164, 107–122. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.04.010>
- Kiszka, J., Hassani, S., Pezeril, S., 2004. Distribution and status of small cetaceans along the French Channel coasts: using opportunistic records for a preliminary assessment 15.



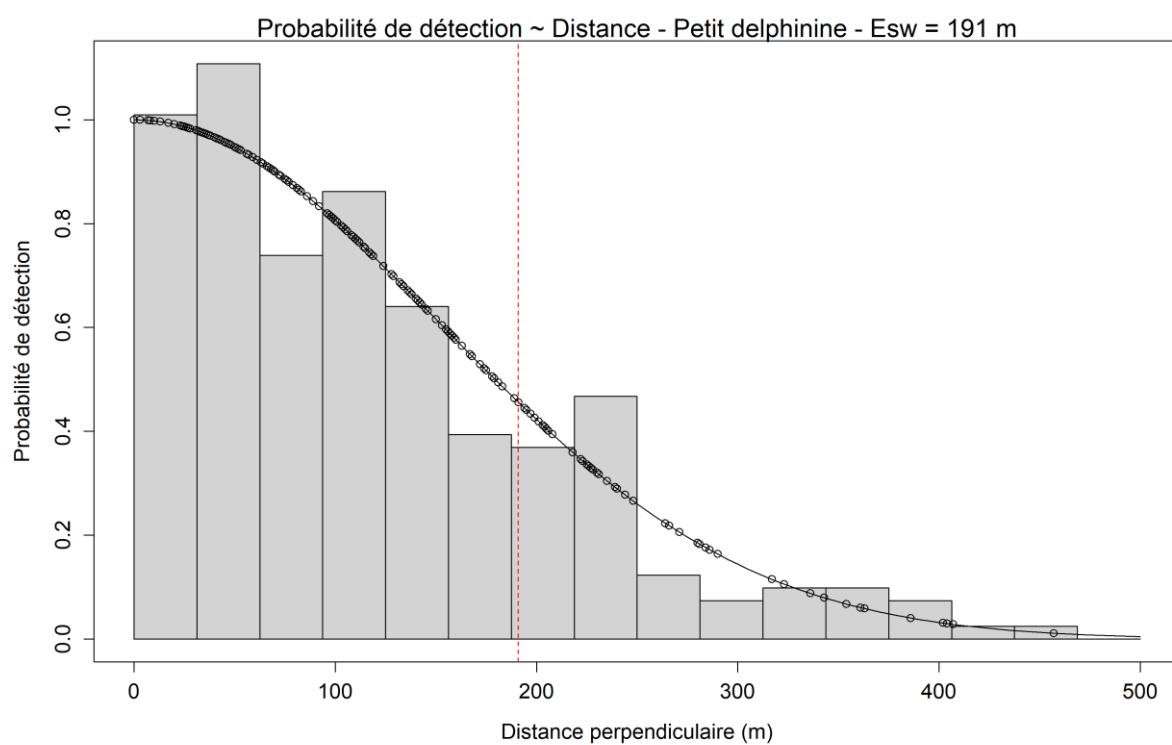


- Kiszka, J., Macleod, K., Van Canneyt, O., Walker, D., Ridoux, V., 2007. Distribution, encounter rates, and habitat characteristics of toothed cetaceans in the Bay of Biscay and adjacent waters from platform-of-opportunity data. *ICES Journal of Marine Science* 64, 1033–1043. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsm067>
- Laran, S., Authier, M., Blanck, A., Doremus, G., Falchetto, H., Monestiez, P., Pettex, E., Stephan, E., Van Canneyt, O., Ridoux, V., 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. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2016.12.012>
- Laran, S., Genu, M., Authier, M., Blanchard, A., Doremus, G., Sanchez, T., Spitz, J., Van Canneyt, O., 2022. Distribution et abondance de la mégafaune marine en France métropolitaine - SAMM (cycle II) Atlantique-Manche Hiver 2021. *Observatoire Pelagis* 91.
- Louis, M., Viricel, A., Tamara, L., Peltier, H., Alfonsi, E., Berrow, S., Brownlow, A., Covelo, P., Dabin, W., Deaville, R., de Stephanis, R., Gally, F., Gauffier, P., Penrose, R., Silva, M.A., Guinet, C., Simon-Bouhet, B., 2014. Habitat-driven population structure of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the North-East Atlantic. *Molecular Ecology* 23, 857–874.
- Pettex, E., Falchetto, H., Doremus, G., Van Canneyt, O., Stephan, E., David, L., Sterckeman, A., Ridoux, V., 2014. Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine. *Rapport intermédiaire* 72.
- Rocamora, G., Yeatman-Berthelot, D., 1999. Oiseaux menacés et à surveiller en France. Listes rouges et recherches de priorités, Société d'Études Ornithologiques de France / Ligue pour la Protection des Oiseaux. ed. Paris.
- Savouré-Soubelet, A., Aulagnier, S., Haffner, P., Moutou, F., Van Canneyt, O., Charrasin, J.-B., Ridoux, V., 2016. Atlas des mammifères sauvages de France, Patrimoines naturels.
- Staneva, A., Burfield, I., 2017. European birds of conservation concern: populations, trends and national responsibilities, BirdLife International. ed.
- Thébault, L., Yésou, P., 2014. Abondance de puffins des Baléares en 2012 entre l'estuaire de la Loire et le littoral occidental du Cotentin. *Penn ar Bed* 13p.
- Veron, P.K., Lawlor, M.P., 2009. The dispersal and migration of the Northern Gannet *Morus bassanus* from Channel Islands breeding colonies. *Seabird* 37:47.
- Votier, S.C., Bearhop, S., Ratcliffe, N., Phillips, R.A., Furness, R.W., 2004. Predation by great skuas at a large Shetland seabird colony: Predation by great skuas. *Journal of Applied Ecology* 41, 1117–1128. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00974.x>
- Yésou, P., Marquis, J., 2005. Breeding biology of Common Tern *Sterna hirundo* on Béniguet Island, Atlantic coast of France. *Alauda* 73, 107–118.

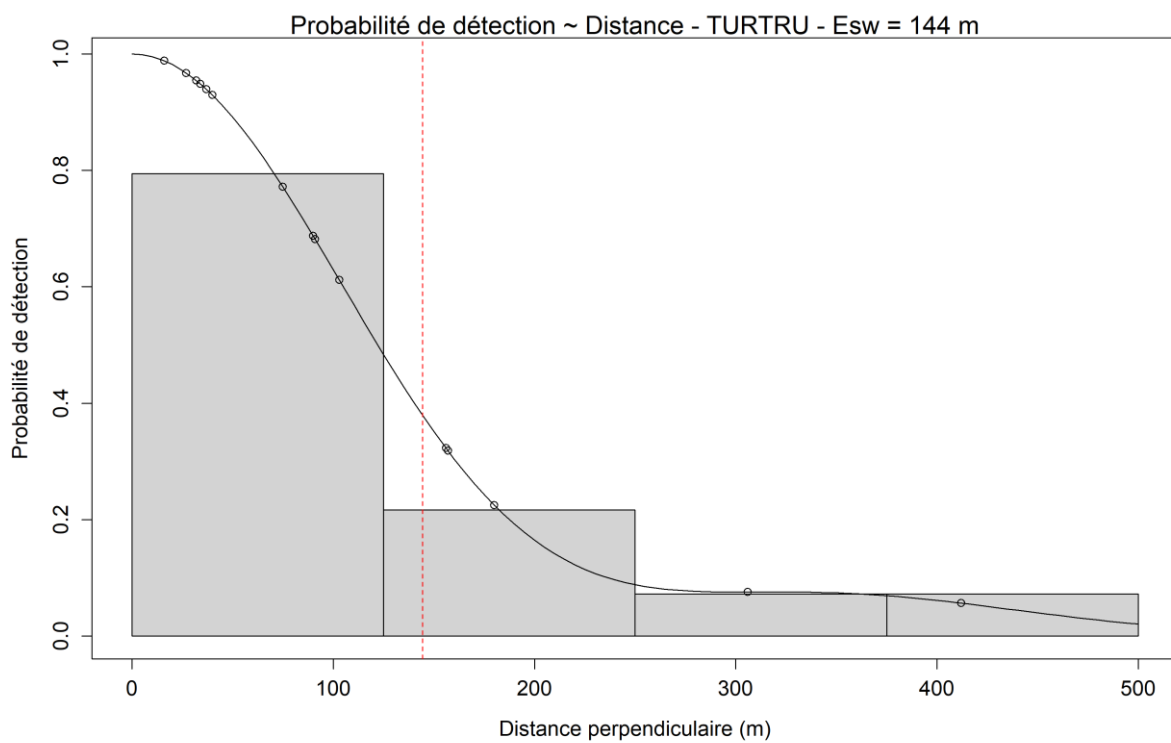
## ANNEXES

### Annexe 1. Fonctions de détections

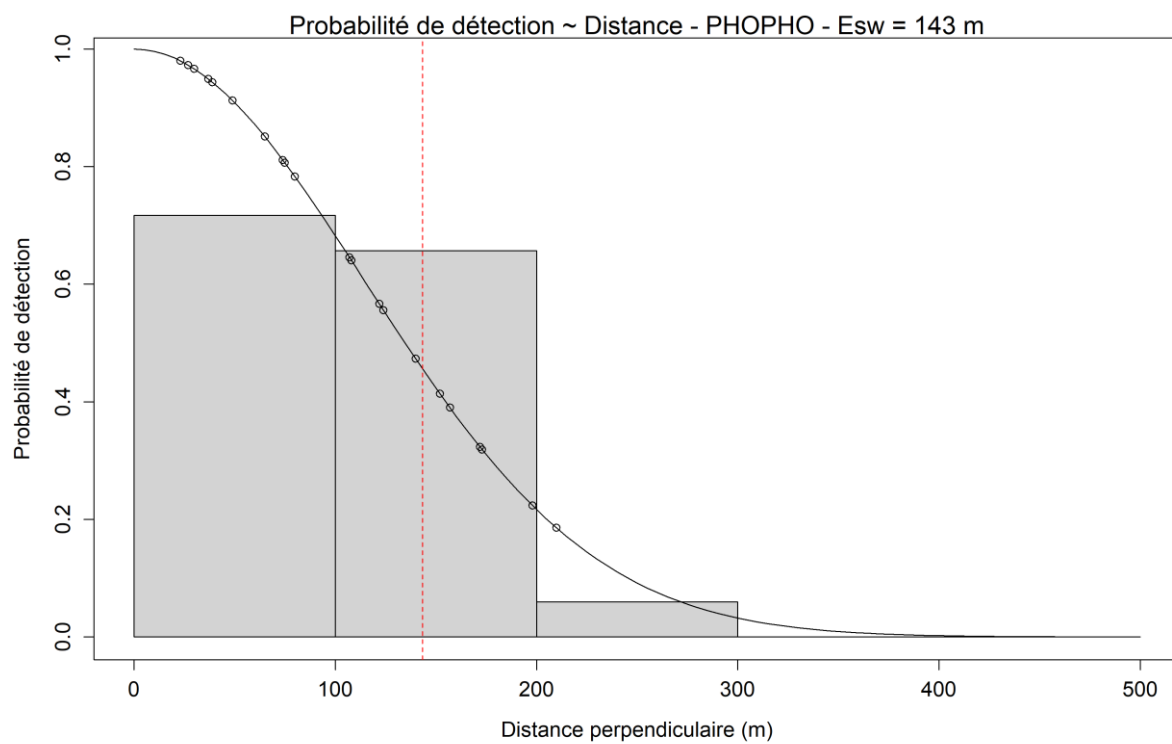
- Petits delphininés  
esw = 191 m



- Grand dauphin  
Esw = 144 m



- Marsouin commun  
Ews = 143 m



## Annexe 2. Atlas cartographique

L'ensemble des espèces ou des groupes d'espèces ont été cartographiées sous ArcGis via un modèle géostatistique de type Kernel, laissant apparaître les densités (individu / km<sup>2</sup>) et les transects réalisés, pour chaque survol et pour l'ensemble des survols cumulés. L'ensemble de ces cartographies sont fournies en pièce-jointe de ce rapport, dans un fichier .zip.

Un code espèce suivi d'un code général ont été utilisés pour chaque titre de fichier.

Par exemple le Fichier « alcid\_i\_1\_OFB\_MEGAFAUNE\_IROISE\_20221209 » correspond :

- Au code espèce « alcid » : ensemble des Alcidés (Pingouin torda, Guillemot de Troïl, Macareux moine et alcidés indéterminés)
- Au code général « i\_1 » : Nombre d'individus observés au cours du survol 1 (Hiver 2021).

Le fichier « alcid\_i\_1\_OFB\_MEGAFAUNE\_IROISE\_20221209 » correspond donc à la cartographie de l'ensemble des alcidés dénombrés au cours du survol hivernal 2021.

Voici les codes espèces utilisées dans le titre de chaque fichier :

Code général	Correspondances
<b>i</b>	Nombre d'individus
<b>s</b>	Nombre d'espèces rencontrées
<b>1, 2, 3 ... 8</b>	Vol 1, 2, 3 ... jusqu'à 8
<b>a</b>	Ensemble des vols cumulés (de 1 à 8)
Code espèce	Correspondances
<b>Alcid</b>	Ensemble des alcidés (Pingouin torda, guillemot de Troïl, Macareux moine et alcidés indéterminés)
<b>Alcspp</b>	Alcidés indéterminé
<b>Alcuri</b>	Pingouin torda ou Guillemot de Troïl
<b>Bird</b>	Ensemble des oiseaux rencontrés
<b>Buoy</b>	Bouée de pêche
<b>Deldel</b>	Dauphin commun
<b>Fish</b>	Ensemble des poissons rencontrés
<b>Gavspp</b>	Plongeon indéterminé
<b>Lararg</b>	Goéland argenté
<b>Larmel</b>	Mouette mélanocéphale
<b>Larspp</b>	Laridés indéterminés
<b>Mam</b>	Ensemble des mammifères marins
<b>Procel</b>	Ensemble des Procellariidés
<b>Ristri</b>	Mouette tridactyle
<b>Smagul</b>	Mouettes indéterminées
<b>Sulbas</b>	Fou de Bassan
<b>Trash</b>	Déchets