

Parc éolien en mer de Saint Nazaire

Parc éolien en mer de Saint Nazaire - Suivi de l'avifaune et de la mégafaune marine

Mesure MSU10

22 août 2025

Rapport intermédiaire de la mesure MSU10 en phase d'exploitation (Octobre 2023 - Novembre 2024)

Réseau administratif

Citation recommandée	Biotope, 2025. Parc éolien en mer de Saint-Nazaire - Suivi de l'avifaune et de la mégafaune marine. Rapport intermédiaire de la mesure MSU10 de la première année de la phase d'exploitation (octobre 2023-novembre 2024).	
Version/Indice	Version 4	
Date	22/08/2025	
Nom de fichier	MSU10_Rapport Intermédiaire_E1_V2	
N° de contrat	4500118595	
Maître d'ouvrage	Parc du Banc de Guérande 100 Esplanade du Général de Gaulle Coeur Défense – Tour B 92932 Paris La Défense Cedex	
Interlocuteur	Contact : Nathalie TERTRE Cheffe de projet environnement	Mail : Nathalie.Tertre@edf-re.fr Téléphone : 06 20 77 68 84
Mandataire	Biotope – Service EMR 18 rue Paul Ramadier BP 60103 44201 Nantes Cedex 2	
Biotope, Responsable du projet	Marjolaine Caillat	Mail : mcaillat@biotope.fr Téléphone : 06 29 95 53 02

Biotope est signataire de la « Charte d'Engagement des Bureaux d'Études dans le domaine de l'évaluation environnementale ».

Historique des révisions

Révision	Date	Rédacteur	Contrôleur Qualité	Description
0	19/02/2025	Marjolaine CAILLAT Cléa PAVILLON	Cléa Pavillon	Première version du rapport de la première année de la phase d'exploitation
01	17/04/2025	Marjolaine Caillat	Aude Dupin	Révision suite aux commentaires de PBG
02	04/06/2025	Marjolaine Caillat		Révision suite aux derniers commentaires
04 (post CGS)	22/08/2025	Marjolaine Caillat		Suppression de la partir bibliographie et réponses aux commentaires/questions issues du CGS du mois de

Version post_RST

				juillet. La bibliographie doit être revue et intégrée dans le rapport final de la troisième année

Sauf mention contraire explicite, toutes les photos du rapport ont été prises sur site par le personnel de Biotope dans le cadre des prospections de terrain.

Version post_RST

Sommaire

1 Contexte et objectifs de la mission 8
1.1 Contexte et historique du suivi de la mesure MSU10 : 8
1.2 Objectifs de la mission 9
1.3 Contenu du présent rapport 11
1.4 Organisation des équipes 12

2 Protocole de suivi lors de la phase d'exploitation 13
2.1 Détail des efforts d'expertises, aires d'études et protocoles de la première année de la phase d'exploitation 13
2.1.1 Calendrier d'expertises 13
2.1.2 Suivi par avion digital haute altitude (technologie HiDef), grands transects (aire d'étude élargie) 14
2.1.3 Suivi par bateau, petits transects (aire d'étude immédiate) 16
2.2 Dates et conditions des expertises 18
2.2.1 Suivis grands transects par avion 18
2.2.2 Suivis petits transects par bateau 19
2.3 Rappel des ajustements des transects d'expertises entre l'état initial 2013/2015, l'état de référence 2019/2020, l'année de construction 2021/2022 et la phase d'exploitation 20
2.3.1 Cartes des ajustements des aires d'études et des protocoles 21
2.3.2 Calendrier d'expertises 23
2.3.3 Implications des changements d'aire d'études et des protocoles sur les analyses 24

3 Méthodes de traitement des données avifaune : 26
3.1 Distribution temporelle 26
3.2 Distribution spatiale 29
3.2.1 Cartes de grilles de densités 29
3.2.2 Cartes des observations brutes par saisons 30
3.3 Analyse comparative qualitative : Analyse After-Gradient 31
3.3.1 Principe de la méthode After Gradient 31
3.3.2 Caractéristique de l'analyse After Gradient dans le cadre de ce projet 32
3.3.3 Lecture des résultats 37
3.3.4 Contraintes et limites liées aux méthodes d'analyses 38
3.4 Distribution des comportements 39
3.5 Distribution des hauteurs de vols 40
3.6 Méthodes synthétisées de traitement des données mammifères marins 41

4 Bilan des données de la première année de la phase d'exploitation - Avifaune 43
4.1 Données générales concernant les expertises de la première année de la phase d'exploitation 2023/2024 43
4.1.1 Données générales lors des sessions grands transects 2023/2024 43
4.1.2 Données générales lors des sessions petits transects 2023/2024 54

5 Analyse comparative « Avifaune » - état de référence et phase d'exloitation 61
5.1 Information sur la structure des chapitres de comparaison entre phase de projet par espèce/groupe 61

Version post-RST

5.1.1 Données générales 61
5.1.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects 61
5.1.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects 62
5.1.4 Analyse des comportements 62
5.1.5 Synthèse 62
5.2 Goélands 63
5.2.1 Espèces concernées 63
5.2.1 Goéland argenté 64
5.2.2 Goéland brun 68
5.2.3 Goéland marin 71
5.2.4 Goéland cendré 76
5.2.5 Analyse des comportements et des hauteurs de vols des Goélands 78
5.2.6 Synthèse 82
5.3 Mouettes 83
5.3.1 Espèces concernées 83
5.3.2 Mouette tridactyle 84
5.3.3 Mouettes côtières 88
5.3.4 Mouettes pélagiques 91
5.3.5 Analyse After-Gradient toutes espèces de Mouettes, hors Mouette tridactyle 93
5.3.6 Analyse des comportements 95
5.3.7 Synthèse 98
5.4 Alcidés 99
5.4.1 Espèces concernées 99
5.4.2 Guillemot de Troïl 100
5.4.3 Pingouin torda 104
5.4.4 Autres Alcidés 107
5.4.5 Analyse After-Gradient des Alcidés 107
5.4.6 Analyse des comportements 108
5.4.7 Synthèse 110
5.5 Océanites 112
5.5.1 Espèces concernées 112
5.5.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects 112
5.5.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects 114
5.5.4 Analyse des comportements 115
5.5.5 Synthèse 116
5.6 Sulidés 117
5.6.1 Espèces concernées 117
5.6.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects 117
5.6.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects 120
5.6.4 Analyse des comportements 121
5.6.5 Synthèse 123
5.7 Procellariidés 125
5.7.1 Espèces concernées 125
5.7.2 Puffins des Baléares 126
5.7.3 Autres Procellariidés 129
5.7.4 Procellariidés indéterminés 131
5.7.5 Analyse des comportements 131
5.7.6 Synthèse 132

Version post_RST

5.8 Anatidés **133**
5.8.1 Espèces concernées 133
5.8.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects 134
5.8.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects 136
5.8.4 Analyse des comportements 138
5.8.5 Synthèse 139
5.9 Stercorariidés **141**
5.9.1 Espèces concernées 141
5.9.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects 141
5.9.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords - Petits transects 143
5.9.4 Analyse des comportements 144
5.9.5 Synthèse 144
5.10 Sternidés **146**
5.10.1 Espèces concernées 146
5.10.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects 147
5.10.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords - Petits transects 150
5.10.4 Analyse des comportements 151
5.10.5 Synthèse 152
5.11 Cormorans **154**
5.11.1 Espèces concernées 154
5.11.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects 154
5.11.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords - Petits transects 156
5.11.4 Analyse des comportements 158
5.11.5 Synthèse 159
5.12 Plongeons **160**
5.12.1 Espèces concernées 160
5.12.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects 161
5.12.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats – Petits transects 162
5.12.4 Analyse des comportements 163
5.12.5 Synthèse 164

6 Analyse comparative « Mammifères marins » - état de référence et phase d'exploitation 165
6.1 Espèces concernées **165**
6.2 Données générales de la première année d'exploitation **165**
6.2.1 Données générales lors des sessions grands transects 2023/2024 165
6.2.2 Données générales lors des sessions petits transects 2023/2024 166
6.3 Comparaison des phénologies et distribution des mammifères marins entre l'état de référence et la première année d'exploitation **167**
6.3.1 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects 167
6.3.2 Exploitation de la zone du parc et ses abords - Petits transects 169
6.3.3 Synthèse 170

7 Exemple de livrable de Synthèse comparative état initial, état de référence et première année d'exploitation 172

8 Figures, tables et tableaux 178

9 Bibliographie 187

Version post_RST

10 Annexes 191

Annexe I : Description formelle du modèle d'After-Gradient 191

Annexe II : Détail analyse statistique 192

II.1 *Distance Sampling* : 192

II.2 Strip-transect 194

II.3 Snapshot 194

II.4 IKA 194

Annexe III : Cartes et figures complémentaires 195

III.1 Autres Alcidés 195

III.1.1 Suivis grands transects première année d'exploitation 195

III.1.1 Suivis petits transects première année d'exploitation 196

III.2 Cormorans 197

Version post_RST

1 Contexte et objectifs de la mission

1.1 Contexte et historique du suivi de la mesure MSU10 :

La société Parc du Banc de Guérande (PBG) a été sélectionnée par l'État français pour développer un parc éolien en mer au large de Saint-Nazaire (44), de 80 éoliennes et d'une puissance de 480 MW. Le projet est situé sur le banc de Guérande, secteur de hauts fonds situé au sud-ouest de la presqu'île de Guérande, à environ 12 km de la pointe du Croisic et de la pointe de Penchâteau, au large de l'embouchure de la Loire.

Un état initial environnemental a été finalisé en 2015 (Nass&Wind Offshore and Créocéan, 2015). Cet état initial, comprenant une étude d'incidences au titre de Natura 2000, dresse un état initial de l'environnement, identifie les enjeux, évalue les impacts prévisibles et propose des mesures pour éviter, réduire ou compenser ces impacts.

Suite à cet état initial, un arrêté en date du 17 mars 2016 autorise PBG à aménager et exploiter le parc éolien en mer au large de Saint-Nazaire. PBG s'est engagé à mettre en place un système de suivi des impacts sur l'environnement du projet sur toute la durée de vie du parc, depuis sa construction jusqu'à son démantèlement. Pour ce faire, PBG met en place un ensemble de 11 mesures de suivi (MSU) de l'environnement pour observer et mesurer les impacts du projet sur les eaux marines, les espèces de la faune et de la flore marines et leurs habitats.

La mesure MSU10 « suivi de l'avifaune » a pour objectif :

- D'évaluer la distribution et les densités d'oiseaux sur le site de projet et l'aire d'étude étendue ainsi qu'une possible évolution temporelle sur toute la durée de vie du parc ;
- D'apprécier les impacts réels au regard des impacts attendus tels que décris dans l'état initial environnemental ;
- De contribuer à l'évaluation de l'efficacité des mesures de réduction et de compensation.

La chronologie de la réalisation de la mesure MSU10 au cours de la vie du projet est la suivante :

- **2013 :** Une étude bibliographique concernant les mammifères marins avait été réalisée par ULR Valor (dorénavant Cohabys) en 2013 ;
- **2013-2014 :** L'état initial concernant cette mesure a été réalisé par Périscope (Bretagne vivante, LPO44, LPO85) et est présenté dans une annexe de l'état initial (annexe 3 au fascicule B1) ;
- **Avril 2019 - avril 2020 :** Conformément à l'arrêté préfectoral du 17 mars 2016, un état de référence avant construction a été réalisé. La société Biotope a été missionnée en janvier 2019 pour réaliser cet état de référence afin d'effectuer les suivis de l'avifaune, et plus largement de la mégafaune marine. Cet état de référence est basé sur les données collectées en 2019/2020, croisées avec les données compilées de 2013/2014 ainsi que des données bibliographiques et d'autres données récentes. Il a ainsi permis de caractériser la diversité, l'abondance et la répartition des oiseaux (et des mammifères marins) dans la zone d'implantation du parc et dans l'aire d'étude élargie. Un rapport de cette analyse a été délivré à PBG en octobre 2020.
- **Octobre 2021 - septembre 2022** : Conformément à l'arrêté préfectoral du 17 mars 2016, un système de suivi des impacts sur l'environnement du projet pendant la construction a été effectué. Biotope a été missionné pour réaliser le suivi de la mesure MSU10 lors de la phase de construction. Biotope est associé dans le cadre de cette mission à HiDef aerial surveying, BioConsult SH et la LPO Loire-Atlantique, en partenariat avec Bretagne Vivante. Le suivi en phase de construction est basé sur les données collectées du mois d'octobre 2021 au mois de

Version post-RST

septembre 2022 qui ont permis de caractériser la diversité, l'abondance et la répartition des oiseaux (et des mammifères marins) dans la zone d'implantation du parc et dans l'aire d'étude élargie et de le comparer avec les analyses de l'état de référence. Un rapport de cette analyse a été délivré à PBG en février 2023.

Le Tableau 1 retrace des différentes étapes relatives au développement, à la mise en œuvre et à l'évolution des mesures MSU10.

Tableau 1. Synthèse des différentes étapes relatives au développement, à la mise en œuvre et à l'évolution des mesures MSU10.

Date	Jalon – Rapport
2014	Etude de l'avifaune pour la description de l'Etat Initial du site
2015	Etude d'Impact Environnementale, incluant : • Identification des impacts au regard du projet prévu ; • Mesures de réduction d'impact proposées ; • Proposition de mesures de suivi environnemental.
mars-16	Arrêté préfectoral autorisant le projet de parc éolien en mer de Saint Nazaire, incluant la liste des mesures environnementales et de suivi à mettre en œuvre tout au long de la vie du projet
août-19	Protocoles de l'état de référence validé en CTE
sept-20	Réunion scientifique et technique avec les membres du CTE pour présentation des résultats du suivi en Etat de Référence
nov-20	CTE n°5 : réception de l'étude MSU10 – Etat de référence
fev-21	Réunion scientifique et technique avec les membres du CTE (OFB) relative aux méthodes d'inventaire pour le suivi de l'avifaune (discussion sur le recours au suivi aérien)
avril 21	CTE n°6 : réception du protocole de suivi de l'avifaune (MSU10) en phase de construction
fev-22	Réunion scientifique et technique avec les membres du CTE pour échanger sur la méthodologie d'interprétation des résultats de suivi en phase de construction
Mars 2023	Réunion scientifique et technique avec les membres du CTE pour échanger sur les résultats de suivi en phase de construction
Juin 2023	CTE n°10 : - réception de l'étude MSU10 – suivi en phase de construction - réception du protocole de suivi MSU10 en phase d'exploitation.
Septembre 2024	Réunion scientifique et technique avec les membres du CTE pour échanger sur la méthodologie de traitement et d'analyse des données en phase exploitation
Septembre 2024	CTE n°11: présentation de la note méthodologique MSU10 – phase d'exploitation, pour information
08 Juillet 2025	Réunion scientifique et technique avec les membres du CTE pour échanger sur les résultats de la première année de suivi (2023-2024)

Version Post_RST

1.2 Objectifs de la mission

L'évaluation des impacts réels de la phase d'exploitation est un exercice complexe, basé sur le croisement de la sensibilité de l'espèce (indice de sensibilité : *Species Sensitivity Index)*), de la sensibilité du site (Windfarm Sensitivity Index WSI) et de l'intensité des effets attendus.

L'étude d'impact a déterminé que les impacts sur l'avifaune en phase d'exploitation seraient liés :

- À l'effet de déplacement pour les espèces migratrices, ou de perte d'habitat pour les espèces nicheuses locales dans la zone d'implantation du parc éolien
- À l'effet d'attraction ou de répulsion du fait de la présence du parc éolien en tant que source lumineuse d'une part, et potentiel site de nourrissage d'autre part.
- Au risque de collision avec les éoliennes en fonctionnement pour les espèces susceptibles de voler à hauteur des pales.

Lors de l'étude d'impact, les niveaux d'impacts pour la phase d'exploitation sur l'avifaune ont été évalués de faible à fort selon les espèces (Tableau 2).

Tableau 2. Extrait du tableau 124 (p.391) du fascicule B1 de l'étude d'impact environnemental synthétisant les effets et impacts potentiels de la phase d'exploitation du parc éolien sur l'avifaune.

Genre	Espèce	Statut de la population	Sensibilitémaximale considérée	Effets identifiés	Effet maximal considérée	Impact maximal potentiel considéré
Anatidae	Bernache cravant	Hivernant	Moyen	Barrière	Limité	Faible
Anatidae	Macreuse noire	Hivernant	Faible	Barrière, collision	Limité	Faible
Gaviidés	Plongeon imbrin	Hivernant	Moyen	Déplacement	Limité	Faible
Procellariidae	Puffin des Anglais	Nicheur	Faible	Déplacement, Barrière	Limité	Faible
Procellariidae	Puffin des Baléares	Migrateur	Fort	Déplacement / Barrière / Habitat	Moyen / Fort	Moyen / Fort
Hydrobatidae	Océanite tempête	Nicheur	Faible	Déplacement / Barrière / Habitat	Modéré	Faible
		Migrateur	Faible	Déplacement / Barrière / Habitat	Modéré	Faible
Sulidae	Fou de Bassan	Migrateur	Faible	Déplacement / Barrière / Habitat / Collision	Modéré	Faible
Laridae	Mouette pygmée	Hivernant	Faible	Déplacement / Barrière / Habitat / Collision	Fort	Moyen
Laridae	Goéland argenté	Nicheur	Moyen	Déplacement / Barrière / Habitat / Collision	Modéré	Moyen
Laridae	Goéland marin	Nicheur	Fort	Déplacement / Barrière / Habitat / Collision	Fort	Fort
Laridae	Goéland brun	Nicheur	Fort	Déplacement / Barrière / Habitat / Collision	Modéré	Moyen
Sternidae	Sterne caugek	Nicheur	Moyen	Déplacement / Barrière / Habitat / Collision	Limité	Faible
Sternidae	Sterne pierregarin	Nicheur	Moyen	Déplacement / Barrière / Collision	Limité	Faible
Alcidae	Guillemot de Troïl	Hivernant	Faible	Déplacement / Barrière / Habitat	Modéré	Faible
Alcidae	Pingouin torda	Hivernant	Faible	Déplacement / Barrière / Habitat	Modéré	Faible

Pour les mammifères marins, l'étude d'impact a déterminé que différents effets **positifs** et **négatifs** peuvent entraîner des impacts sur les mammifères marins. Les impacts en phase d'exploitation seraient liés aux effets suivants :

- Perturbations lumineuses ;
- Bruit et vibrations ;
- Transport d'électricité : électromagnétisme et variations thermiques ;
- Présence physique des installations : effet récif, effet réserve, effet barrière et risques de collision.

Lors de l'étude d'impact, les niveaux d'impacts pour la phase d'exploitation sur les mammifères marins ont été évalués de nul à faible (Tableau 3).

Version PST

Tableau 3. Extrait du tableau 122 et 123 (p. 385 et 389) du fascicule B1 de l'état initial environnemental synthétisant les effets et impacts potentiels de la phase d'exploitation du parc éolien sur l'environnement sur les mammifères marins.

Sensibilité de la thématique	Effet	Intensité maximal (/59)	Temporaire/ Permanent	Direct/ Indirect	Impact
Moyen	Perturbations lumineuses	Nul			
	Bruit et vibration	Négligeable	Permanent	Direct	Négligeable
	Transport d'électricité	Négligeable	Permanent	Direct	Négligeable
	Effet récif	Faible	Permanent	Indirect	Faible
	Effet réserve	Nul			
	Effet barrière	Négligeable	Permanent	Direct	Négligeable
	Risque collision	Négligeable	Permanent	Direct	Négligeable

Sur le plan biologique, des réactions très variables sont envisageables selon les groupes d'espèces et pour un même groupe d'espèces. L'importance, l'étendue, et la représentativité des effets sont des éléments à analyser avec attention pour évaluer la réalité des impacts.

Tenant compte de ces éléments, la mesure MSU10 a été mise en place afin de caractériser l'évolution de la fréquentation de zone d'implantation du parc éolien et de sa zone d'influence par les oiseaux en premier lieu, ainsi que par la mégafaune marine (mammifères marins, élasmobranches, tortues…) en :

- Caractérisant la diversité, l'abondance et la répartition des oiseaux et des mammifères marins dans la zone d'implantation du parc et dans sa zone d'influence,
- Comparant les résultats des suivis avec les observations de l'état de référence et de la phase de construction.

Cette mesure mise en œuvre avant, pendant et après la phase de construction, vise notamment à permettre d'évaluer des phénomènes comme l'effet déplacement et l'effet barrière.

1.3 Contenu du présent rapport

Ce rapport a pour objectif de présenter les résultats du suivi de l'avifaune et des mammifères marins pendant la première année de la phase d'exploitation. Au sein de cette période, le suivi a été opéré d'octobre 2023 à novembre 2024.

La méthodologie d'analyse a fait l'objet d'une note méthodologique (Biotope, 2024 PBG_SNA Suivi de l'avifaune et de la mégafaune marine (MSU10) : Note méthodologique du traitement des données en phase d'exploitation), qui a fait l'objet d'un échange entre Biotope, EDF Renouvelables et les membres du Comité Technique Environnemental.

Version post-RST

1.4 Organisation des équipes

La présente mission est coordonnée par Biotope et intègre plusieurs sous-traitants. La répartition des rôles de chacun est la suivante :

- Biotope : mandataire, coordination globale de la mission, expertises de terrain (moitié de l'effort d'inventaire), analyse des données (statistiques, cartographie), rédaction des comptes-rendus de mission en mer et des rapports ;
- LPO44 et Bretagne vivante : expertises de terrain, participation aux expertises en mer par bateau et contribution aux rapports d'analyse ;
- HiDef aerial surveying et BioConsult SH : expertises aériennes digitales (participation à l'acquisition des données par avion et au traitement des images) ;
- Atlantique Scaphandre : moyens à la mer, skipper.

Version post_RST

2 Protocole de suivi lors de la phase d'exploitation

2.1 Détail des efforts d'expertises, aires d'études et protocoles de la première année de la phase d'exploitation

2.1.1 Calendrier d'expertises

Les suivis environnementaux de la première année de la phase d'exploitation mis en place pour répondre aux objectifs de la mesure MSU10 ont commencé en octobre 2023 et ont été conduits jusqu'en novembre 2024. Ils consistent en (Tableau 4) :

- Quatre campagnes nautiques (petits transects) dans l'aire d'étude immédiate ;
- Et 8 campagnes aériennes digitales (grands transects) haute altitude à l'échelle de l'aire d'étude élargie considérée comme la zone d'influence potentielle du parc éolien.

Tableau 4. Calendrier des missions en mer pour la première année de la phase d'exploitation.

Mois	Grands transects (Avion)	Petits transects (Bateau)	Période
Octobre 2023	1 (06/10)		Migration postnuptiale et espèces résidentes locales
Novembre 2023			
Décembre 2023	1 (15/12)	1 (15/12)	Hivernage migrateur et espèces résidentes locales
Janvier 2024			
Février 2024	1 (04/02)		
Mars 2024			Migration prénuptiale et début de la reproduction des espèces locales
Avril 2024	1 (10/04)	1 (12/04)	
Mai 2024	1 (25/05)		
Juin 2024	1 (25/06)		
Juillet 2024		1 (19/07)	Reproduction
Août 2024	1 (03/08)		
Septembre 2024	1 (19/09)	1 (05/11)	Migration postnuptiale et espèces résidentes locales

Du fait des mauvaises conditions météorologiques et de l'indisponibilité des moyens nautiques, la campagne nautique de septembre 2024 a été décalée dans le temps pour être finalement réalisée le 5 novembre 2024.

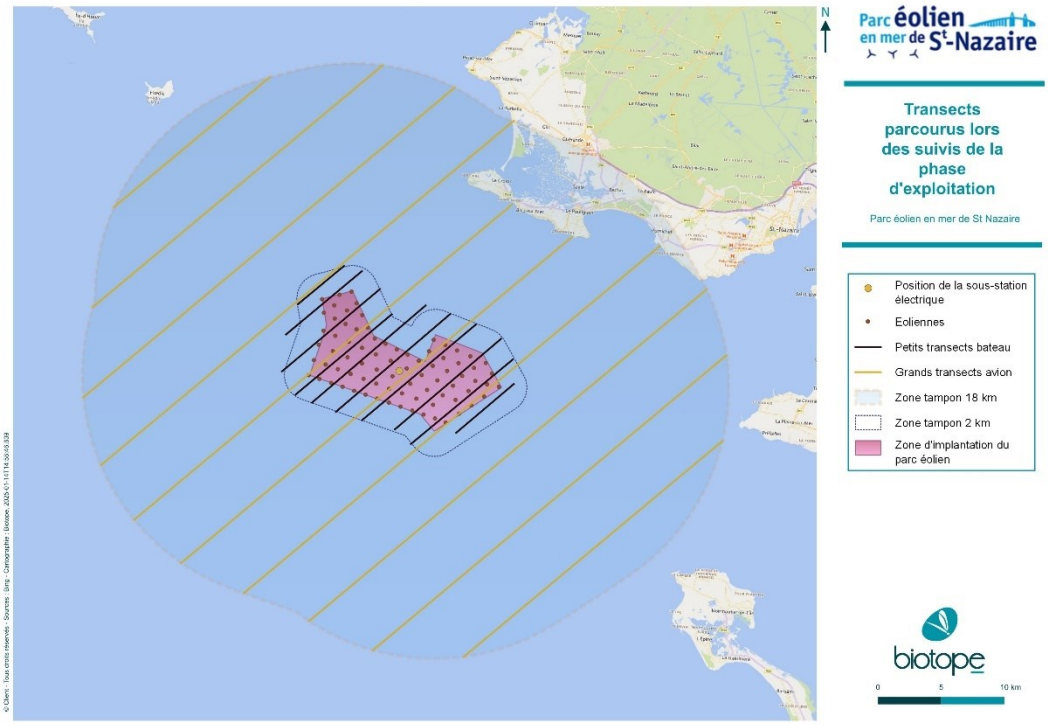
Post RST

2.1.2 Suivi par avion digital haute altitude (technologie HiDef), grands transects (aire d'étude élargie)

2.1.2.1 Acquisition des données

Les suivis aériens digitaux haute altitude sont réalisés à l'échelle de l'aire d'étude élargie autour du parc éolien. Ils permettent d'étudier la distribution des oiseaux à large échelle et d'appréhender la question du déplacement lié aux dérangements générés par les travaux. Les analyses sont conduites en suivant le protocole « Before after Gradient » (BAG) (Ellis and Schneider 1997, Note méthodologique 3.1) qui prévoit un échantillonnage le long d'un gradient de perturbation qui décroit avec la distance à la source de perturbation.

La zone de prospection est centrée autour du parc éolien, au sein d'une zone tampon de 18 km (Carte 2). Il s'agit d'une distance permettant de suivre la présence et les activités de toutes les espèces d'oiseaux, supérieure aux distances d'effet classiquement documentées, pouvant aller jusqu'à 16 km pour certaines espèces comme le Plongeon catmarin (Mendel et al., 2019; Vanermen et al., 2015b). Cette distance permet pleinement de suivre les effets du parc éolien selon une approche BAG, y compris pour les espèces les plus sensibles aux perturbations de construction de parc éolien en mer, ou à la présence des éoliennes en mer.



Carte 1 : Petits transects (noir) et des grands transects (jaune) de la phase d'exploitation

Les suivis aériens digitaux sont réalisés à une altitude d'environ 500 m qui permet une continuité de protocole entre la phase de construction et la phase d'exploitation. En effet, la hauteur de vol n'est pas modifiée lorsque les éoliennes sont installées. Par ailleurs, cette altitude de vol présente un très grand avantage dans la détection des oiseaux, même les plus farouches, car un avion à cette altitude n'engendre pas de perturbation des oiseaux (conforme aux recommandations BTO - Thaxter et al., 2015).

La technique prévue est basée sur des enregistrements vidéo, d'une précision de 2 cm au niveau de la surface de la mer et géoréférencés le long des transects. Ces enregistrements sont obtenus grâce à 4 caméras vidéo ultra-haute résolution. L'acquisition d'image se fait sur 544 m de large (Figure 1).

Ce travail de collecte est réalisé en concertation et partenariat avec un sous-traitant spécialisé (BioConsult SH et HiDef aerial surveying).

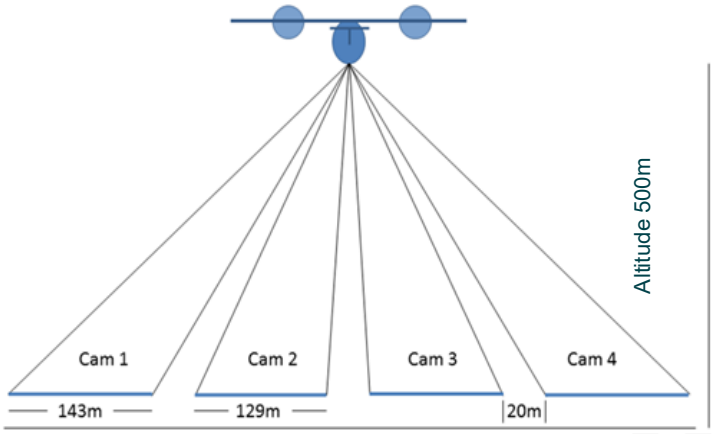


Figure 1 : Représentation schématique des distances et aires couvertes par les suivis aériens digitaux (© BioConsult SH).

La position de l'avion est enregistrée en temps réel à l'aide d'un Garmin GPSMap 296 associé à plusieurs GPS, offrant une précision d'environ d'1 m en latitude et longitude. Les positions sont enregistrées toutes les secondes, ce qui permet un positionnement extrêmement précis des oiseaux et mammifères marins localisés ultérieurement dans les enregistrements.

Le système HiDef GEN 2.5 permet d'adapter, au cours de la session d'expertise, l'orientation des caméras à chaque transect et en fonction de l'ensoleillement. Ces ajustements, réalisés en temps réel par un opérateur présent au sein de l'avion, permettent de limiter drastiquement les phénomènes d'éblouissement sur les enregistrements (meilleure qualité des images et analyses, pas de perte de données).

2.1.2.2 Analyse des données

Le processus de traitement des images comprend quatre étapes :

Etape de « Review » pour repérer et localiser tous les objets pertinents

Cette première étape semi-automatique, est menée par les équipes d'HiDef et de BioConsult SH et consiste à créer un point de repérage de tous les objets d'intérêt sur les enregistrements vidéo (oiseaux, mammifères marins, autres animaux…) en utilisant un logiciel spécialement conçu et une équipe dédiée. L'opérateur indique si l'objet est un oiseau (posé, en vol), un mammifère marin, un requin, un animal non identifié, ou bien s'il s'agit d'un objet d'origine humaine (bateau, bouée, etc.). Le logiciel associe un ensemble de données attributaires (latitude, longitude, type d'objet…) à chaque objet.

Les objets préalablement repérés lors de la 1ère étape sont identifiés (étape d'« identification ») et décrits précisément : détermination de l'espèce, dimension (longueur, largeur), localisation, comportement (en vol, posé…), activité, âge, etc. Cette seconde étape manuelle est menée conjointement par HiDef, BioConsult SH et Biotope.

Une étape de double vérification de 20% de toutes les images (avec ou sans cibles) de l'étape 1 est réalisée indépendamment par un second opérateur. Les résultats des deux analyses sur cet échantillon de 20% sont comparés, et une marge d'erreur maximale de 10% est autorisée. En pratique, une marge d'erreur inférieure à 5% est généralement constatée.

Etape 2 : analyse approfondie des images / identification (ID)

Version post-RST

Les images sont transmises à des experts naturalistes des oiseaux et de la mégafaune marine, disposant de nombreuses années d'expériences et formés spécifiquement à l'analyse d'images vidéo haute définition (oiseaux, mammifères marins et autres vertébrés). Les images peuvent être analysées à l'aide d'un logiciel pour améliorer leur aspect (lumière, contraste…) et faciliter l'identification de l'objet.

Les informations collectées sont :

- Date et heure d'observation ;
- Localisation (latitude et longitude) ;
- Numéro de transect ;
- Groupe d'espèces (exemple : Alcidés, sternes, grands Laridés ; etc.) ;
- Niveau de confiance de l'identification du groupe d'espèces (possible, probable, certain) ;
- Espèce (ou, si impossible : No ID) ;
- Niveau de confiance de l'identification de l'espèce (possible, probable, certain) ;
- BTO Code ;
- Immergé (uniquement pour mammifères marins et autres espèces marines) ;
- Taille de pixel (pour estimation hauteur de vol) ;
- Classe d'âge ;
- Sexe ;
- Direction de déplacement (exemple : Vol NW) ;
- Comportement (exemple : alimentation, repos, lien avec bateau de pêche…).

Un taux d'identification manuel à l'espèce de 80% minimum des oiseaux repérés est visé. A noter que les taux d'identification à l'espèce, varient en fonction des espèces entre 30% (groupes délicats à identifier comme certains limicoles, Alcidés, goélands immatures) et peuvent dépasser 95% (par exemple cormorans, Fou de Bassan) avec cette technique. L'identification au groupe d'espèces atteint souvent 90%.

Etape 3 : Double vérification

Une double vérification de 20% des images de l'étape 2 est réalisée indépendamment par un second opérateur. Les résultats des deux analyses sur cet échantillon de 20% sont comparés, et une marge d'erreur maximale de 10% est autorisée. En pratique, une marge d'erreur inférieure à 5% est généralement constatée.

Etape 4 : Contrôle qualité globale

Au-delà des processus de vérification / contrôle qualité de 20% des séquences lors des étapes de review et d'identification, une vérification qualité d'ensemble est réalisée à l'issu du processus afin de contrôler le respect du processus d'analyse et l'absence d'incohérence. A cette occasion, la base de données est vérifiée.

Version post_RST

2.1.3 Suivi par bateau, petits transects (aire d'étude immédiate)

Les campagnes nautiques suivent des transects qui permettent de caractériser la présence et les activités des oiseaux dans une zone restreinte autour du parc éolien pendant la phase d'exploitation.

Pour les suivis en phase de construction, afin de respecter les zones d'exclusion de navigation autour des éoliennes et respecter les distances de sécurité en vigueur avec les navires de chantier, l'espacement entre les transects a été partiellement modifié par rapport aux distances inter-transect de l'état de référence. En conséquence, l'intervalle inter-transect n'est pas aussi régulier que lors de l'état de référence (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Il varie entre 1,4 km et 2,2 km. En

revanche, le nombre de transects, leur longueur et la zone tampon restent les mêmes que pour l'état de référence. Entre l'année de construction et la phase d'exploitation, la longueur et distribution des transects des expertises en mer n'ont pas évolué.

Le protocole de terrain et le formulaire de relevé de données lors de la phase d'exploitation sont identiques à ceux utilisés lors de toutes les phases précédentes ; ils suivent les recommandations du guide de l'*European Seabirds At Sea* (ESAS).

Les petits transects font l'objet d'un suivi en mer réalisé depuis un bateau disposant d'une plateforme surélevée sur laquelle 2 opérateurs (en plus du pilote de l'embarcation et de l'équipage) sont installés. Deux observateurs qualifiés et équipés de jumelles sont responsables du suivi. Ils sont chacun équipés d'une tablette électronique sur laquelle ils notent leurs observations. Les observateurs réalisent les comptages en « line transect », notant préférentiellement les observations dans une bande de 300 m de part et d'autre du bateau (mais recensant également des observations à plus de 300 m). Pour les expertises des oiseaux en vol, une expertise dédiée par « snapshots » est réalisée en complément, tous les 1 km parcouru sur le transect.

L'utilisation de tablettes, avec un logiciel spécialement conçu par les équipes de Biotope pour répondre aux conditions et caractéristiques de ces suivis, permet de diminuer le nombre d'erreurs humaines et de collecter automatiquement le plus d'informations possible lors des suivis.

Les données environnementales collectées sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5. Paramètres météorologiques collectés lors des expertises nautiques.

Paramètres (Unité)	Description
Numéro de transect	ID du transect
Heure de début (GMT+1)	Heure de début du suivi
Heure de fin (GMT+1)	Heure de fin du suivi
Visibilité	Relative à la distance de détection (Illimité, Très bonne, Bonne, Moyenne, Mauvaise, Brume)
Eblouissement	Intensité d'éblouissement (Nul, Faible, Moyen, Fort)
Hauteur des vagues	Hauteur des vagues (mètres)
Hauteur de houle	Hauteur de la houle (mètres)
Force du Vent	Force du vent (Nul, Nul à faible, Faible, Faible à modéré, Modéré)
Direction du vent	Direction du vent par rapport au nord (degrés)
Zone d'éblouissement	Zone d'éblouissement (angle horaire)
Nébulosité	Couverture nuageuse (%)
Précipitation	Intensité de précipitation (Absente, Très faible, Faible, Modérée, Forte)

Pour chaque observation d'animaux (oiseaux, mégafaune marine) les informations suivantes sont notées :

Tableau 6. Paramètres biologiques collectés lors des expertises nautiques.

Informations	Description
ID	Identifiant unique de la donnée
Point GPS	Coordonnées du bateau au moment de la saisie
Espèce	Nom vernaculaire de l'espèce
Nombre	Nombre d'individus observé de la même espèce
Gisement (degrés)	Angle d'observation par rapport au cap du bateau

Version post-RSF

Informations	Description
Distance (mètres)	Distance de l'observation au bateau estimée
Distance mesurée (mètres)	Distance de l'observation au bateau mesurée au télémètre
Hauteur de vol (mètres)	Hauteur de vol estimée
Hauteur de vol mesurée (mètres)	Hauteur de vol mesurée au télémètre
Axe de vol/axe de déplacement	Direction de vol/déplacement de l'individu par rapport au nord
Statique	Oiseau posé ou en vol
Comportement	En alimentation, associé à une chasse, associé à un bateau
Alimentation	En alimentation ou pas (Oui/Non)
Réaction	Réaction par rapport à des activités anthropiques (attraction/répulsion)
Age	Estimation de l'âge
Plumage	Type de plumage
Mue	En état de mue ou pas

Les données sont ensuite traitées (nettoyées, vérifiées) et organisées par espèce ou groupe d'espèces avant d'être utilisées dans des analyses statistiques descriptives et de modélisation (cf. Annexe 1 : note méthodologique).

2.2 Dates et conditions des expertises

2.2.1 Suivis grands transects par avion

Le Tableau 7 résume les conditions des 8 suivis grands transects par avion réalisés lors de la première année de la phase d'exploitation.

Tableau 7. Synthèse des conditions d'expertise des suivis grands transects par avion. La vitesse du vent correspond à celle enregistrée à l'altitude de survol. L'état de la mer est indiqué selon la codification standard des états de mer.

Date de mission	Transects parcourus	Vitesse moyenne (nœuds)	Altitude moyenne (m)	Conditions d'observations	Condition météorologiques moyennes	Qualité des données
06/10/2023	10	123	467,9	Bonnes	Vitesse du vent : 2-10 nds Direction du vent : NE Couverture nuageuse : pas de nuages en dessous de l'altitude de survol Etat de la mer* : 2	Bonne
15/12/2023	10	110	475,5	Bonnes	Vitesse du vent : 5-10 nds Direction du vent : NE Couverture nuageuse : pas de nuages en dessous de l'altitude de survol Etat de la mer* : 3	Bonne
04/02/2024	10	121	465,1	Bonnes	Vitesse du vent : 4-10 nds Couverture nuageuse : pas de nuages en dessous de l'altitude de survol Etat de la mer* : 3	Bonne

version post_RST

Date de mission	Transects parcourus	Vitesse moyenne (nœuds)	Altitude moyenne (m)	Conditions d'observations	Condition météorologiques moyennes	Qualité des données
15/04/2024	10	123	464,8	Moyennes pour 90% des données et Mauvaises pour 10%	Vitesse du vent : 16-24 nds Couverture nuageuse : présence de nuages plus ou moins denses en dessous de l'altitude de survol dans la deuxième partie du suivi Etat de la mer* : 4	Bonne qualité mais 10% des données ont été affectées par la présence de nuages
25/05/2024	10	119	467	Bonnes	Vitesse du vent : 15-20 nds Couverture nuageuse : au-delà de 3000 pieds Etat de la mer* : 2	Bonne
25/06/2024	10	130	467,6	Bonnes	Vitesse du vent : 5-15 nds, Couverture nuageuse : au-delà de 6000 pieds Etat de la mer* : 2	Bonne
03/08/2024	10	121	470,6	Bonnes	Vitesse du vent : 15-20 nds Couverture nuageuse : au-delà de 3000 pieds Etat de la mer* : 2	Très bonne
19/09/2024	10	121	470,3	Bonnes	Vitesse du vent : 15-22 nds Couverture nuageuse : au-delà de 3000 pieds Etat de la mer* : 2	Très bonne

2.2.2 Suivis petits transects par bateau

Le Tableau 8 résume les conditions des suivis petits transects par bateau réalisées lors de la première année de la phase d'exploitation.

Tableau 8. Synthèse des conditions d'expertise des suivis petits transects par bateau lors de la première année de la phase d'exploitation.

Date de mission	Distance parcourue (km)	Vitesse moyenne (nœuds)	Condition météorologiques moyennes	Conditions d'observation	Nombre total d'observations (individus)	Faits marquants et difficultés rencontrés
15/12/2023	95	10	Houle : 2 m Vagues : 0,5 m Vent : nul à faible Couverture nuageuse : 20% à 100% Visibilité : 3 km	Bonnes	248 (503)	Eblouissements ponctuellement importants Problème technique rencontré : données snapshot non enregistrées
12/04/2024	95	10	Houle : 1 m Vagues : 0,5 m Vent : faible à modéré Couverture nuageuse : 10% Visibilité : > 3 km	Bonnes	129 (304)	Eblouissements ponctuels

Version post-RST

19/07/2024	95	10	Houle : 0,25 m Vagues : 0,25 m Vent : modéré Couverture nuageuse : 10% Visibilité : > 3 km	Moyennes à excellentes	490 (987)	Eblouissements ponctuels
05/11/2024	95	10	Houle : 0,5 m Vagues : 0,5 m Vent : faible Couverture nuageuse : 50% à 100% Visibilité : >300 m	Moyennes à bonnes	150 (247)	La visibilité était parfois réduite à 300 m en raison d'une brume persistante

Lors de la sortie du 15 décembre 2023, les observateurs ont rencontré un problème technique avec la tablette de saisie, qui n'a pas permis d'enregistrer les données des snapshots.

2.3 Rappel des ajustements des transects d'expertises entre l'état initial 2013/2015, l'état de référence 2019/2020, l'année de construction 2021/2022 et la phase d'exploitation

Au cours des trois premières phases de développement du parc éolien en mer de Saint Nazaire (état initial, état de référence et l'année de construction), les aires d'études et protocoles d'expertises ont évolué dans leur répartition spatiale et temporelle (Tableau 9). En revanche, ils n'ont pas évolué entre l'année de construction et la phase d'exploitation car les contraintes liées à la présence des éoliennes avaient été prises en compte en amont de la construction.

Tableau 9. Comparaison des protocoles d'expertise de l'avifaune et de la mégafaune entre les trois grandes phases du projet (état initial, état de référence et construction), sur la base d'une bande d'observation de 300 m de part et d'autre du transect.

		Etat initial 2013/2015	Etat de Référence 2019/2020	Construction 2021/2022 - Exploitation 2023/2026
Grands Transects : Aire d'étude élargie	Type d'expertise Nombre de sessions Nombre de transects Distance max au parc éolien Longueur totale des transects Distance entre transects Couverture de l'aire d'étude	Bateau 11 8 36 km 330 km 7.4km 4.6%	Bateau 6 7 20 km 271 km 7.4 km 6.5%	Avion digital 8 10 18 km 392 km 5 km 10.3%
Petit Transects : Aire d'étude immédiate	Type d'expertise Nombre de sessions Nombre transects Distance max du parc éolien Longueur totale des transects Distance entre transects Couverture de l'aire d'étude	Bateau 32 en 2 ans 9 1km 70.2 km 1.85km 12.46%	Bateau 12 10 2 km 96 km 1,85 km 16.36%	Bateau 4 10 2 km 96 km 1.1 à 2.2km 16.36 %

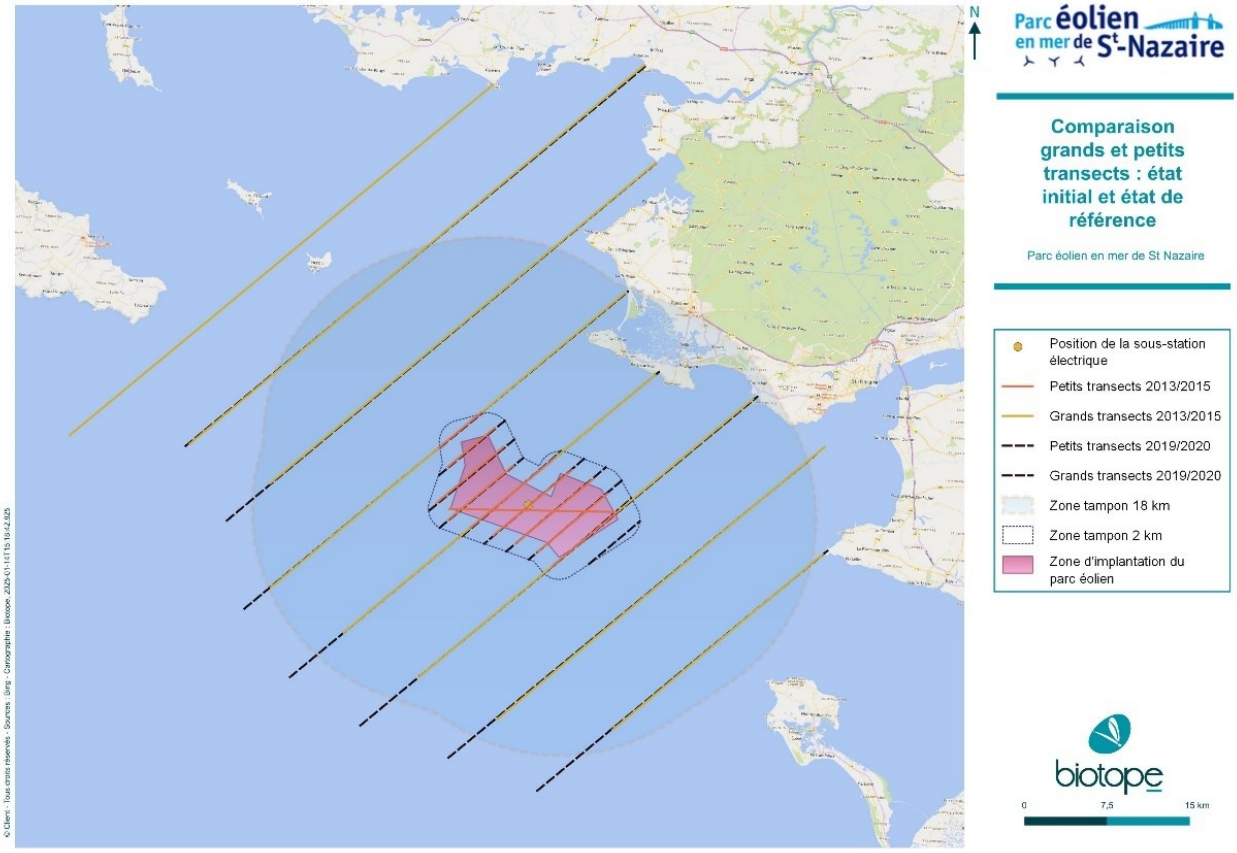
Version post-CST

2.3.1 Cartes des ajustements des aires d'études et des protocoles

*Entre l'état initial et l'état de référence (*Carte 2)*:*

Grands transects : homogénéisation et centralisation de l'aire d'étude élargie autour du parc dans une zone de 20km autour du projet avec une augmentation de la couverture des expertises de l'aire d'étude élargie du parc de 4.6% à 6.5%

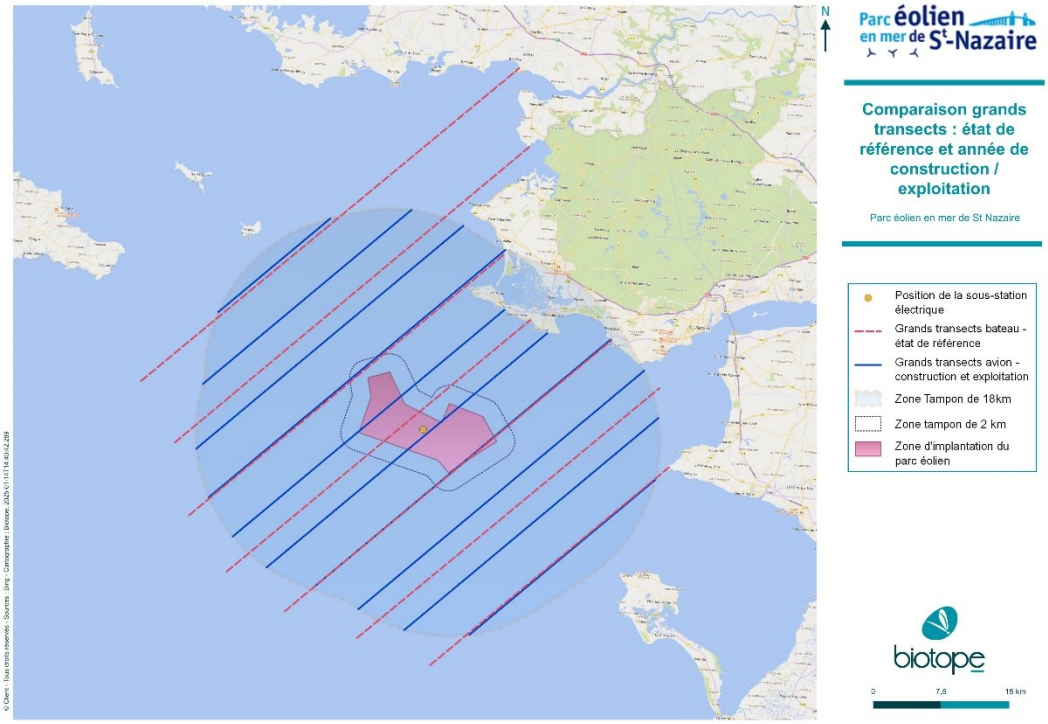
Petits transects : homogénéisation et centralisation de l'aire d'étude immédiate, avec une simplification du design dans un objectif d'optimisation des traitements cartographiques et statistiques. Augmentation de la couverture des expertises de l'aire d'étude immédiate



Carte 2. Petits et grands transects bateau parcourus en 2013/2015 (d'après état initial et CDC) et lors de l'état de référence en 2019/2021.

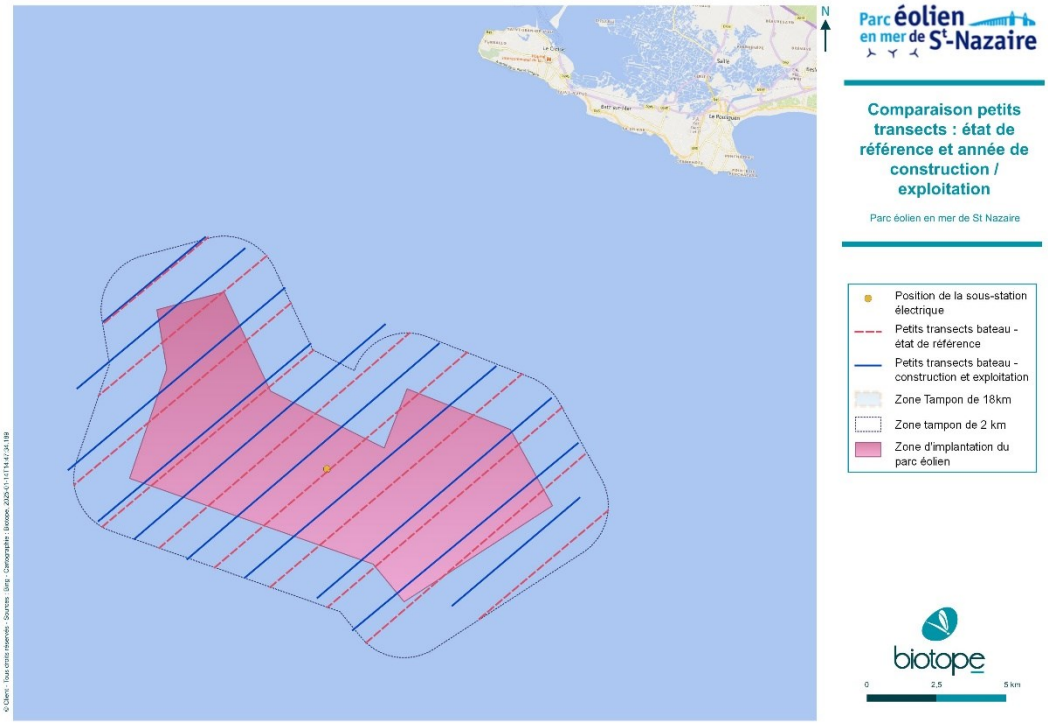
Entre l'état de référence et l'année de construction :

Grands transects (Carte 3**):** changement de protocole avec l'utilisation d'expertise aérienne digitale haute altitude en remplacement des expertises visuelles par bateau (voir section 2.1.2) pour permettre une continuité des expertises une fois les éoliennes en place. L'aire d'étude a été recentrée dans un rayon de 18 km autour du parc éolien avec des transects moins espacés (5 km contre 7,4 km pour les transects bateau) : la couverture des expertises de l'aire d'étude élargie du parc est passée de 6,5 % à 10,3 %.



Carte 3 : Grands transects parcourus lors des expertises de l'état de référence en 2019/2020 et pendant l'année de construction en 2021/2022 et la phase d'exploitation.

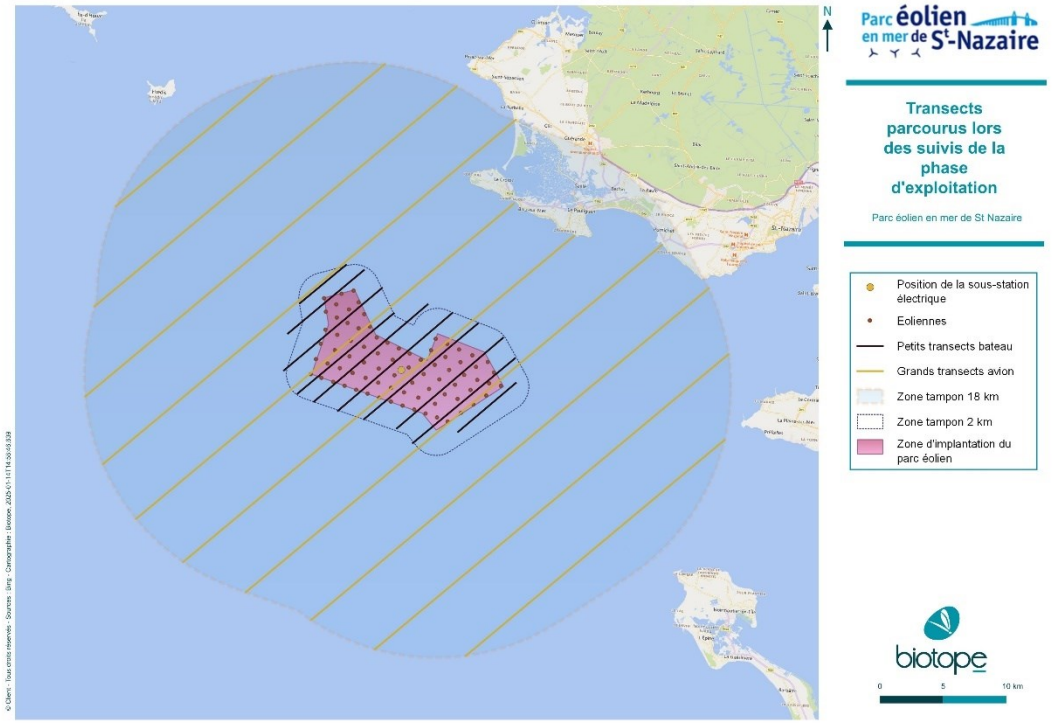
Petits transects (Carte 4**):** légère modification du design des transects pour éviter les fondations des éoliennes, sans changement des orientations ni de la longueur des transects.



Carte 4. Petits transects parcourus lors des expertises de l'état de référence en 2019/2020 et pendant l'année de construction en 2021/2022 et la phase d'exploitation.

Entre l'année de construction et la phase d'exploitation :

Les aires d'études et protocoles d'expertise n'ont pas évolué entre l'année de construction et la phase d'exploitation.



Carte 5. Transects parcourus lors des expertises de la phase d'exploitation.

2.3.2 Calendrier d'expertises

Lors de chaque phase du projet, toutes les périodes biologiques (hivernage, migration prénuptiale, période de reproduction, migration postnuptiale) ont été couvertes.

Lors des phases initiales du projet, et notamment lors des études initiales préalables à la rédaction de l'état initial, l'effort d'expertise a été accru en fin d'été / début d'automne (juillet à octobre), afin de cibler plus spécifiquement la période de présence du Puffin des Baléares. En dehors de ce cas particulier, les expertises ont été mises en œuvre de façon à avoir un peu plus d'expertises lors des périodes de migration et de reproduction, périodes biologiquement importantes.

Les expertises des phases de construction et d'exploitation ont été mises en œuvre de façon régulière, avec deux sessions d'expertise aérienne haute altitude et une session d'expertise bateau par grande saison biologique (Tableau 10).

Version P

Tableau 10. Synthèse du nombre d'expertises par mois et par phase de projet, pendant l'état initial (EI), l'état de référence (EDR), l'année de construction (C) et la première année de la phase d'exploitation (E1). Les couleurs sont spécifiques aux périodes biologiques définis dans le Tableau 12)

		Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.
Période biologique	Migrateurs	Hivernage			Migration prénuptiale			Reproduction			Migration postnuptiale		
	Résidents	Hors reproduction			Début de la reproduction						Hors reproduction		
Petits transects	EI (n=36)	1	3	3	2	2	3	2	3	4	4	3	2
	EDR (n=12)	1		1		2	1	1	1	2	1	1	1
	C (n=4)	1					1		1		1		
	Ex1 (n=4)	1				1			1				1
Grands transects	EI (n=11)	1					2		1	3	3	1	
	EDR (n=6)	1				1	1	1		1		1	
	C (n=8)	1		1		1	1	1		1	1	1	
	Ex1 (n=8)	1		1		1	1[1]	1		1	1	1	
TOTAL		**6**	**3**	**5**	**2**	**6**	**9**	**5**	**6**	**11**	**10**	**7**	**3**

2.3.3 Implications des changements d'aire d'études et des protocoles sur les analyses

Les changements de protocole entre les phases du projet entraînent des conséquences sur les méthodes d'analyse. En effet, l'état de référence (EDR), seuls des suivis par bateau ont été effectués. Ces suivis permettent d'utiliser des méthodes de distance sampling, strip-transect et snapshots (Annexe II : en fonction du nombre d'observations et du comportement (posé ou en vol) des oiseaux (voir section 3 pour plus de détails)).

En phase d'exploitation, la technique de suivi aérien digital haute altitude est utilisée à la place du suivi par bateau sur les grands transects. Avec cette technologie, seule la méthode du strip-transect est utilisée puisque l'on peut considérer une détection homogène (« parfaite ») sur l'ensemble de la surface filmée par les caméras embarquées et qu'il n'est donc pas nécessaire d'estimer un biais de détection.

De plus, la technologie aérienne digitale haute altitude augmente la probabilité de détecter des espèces de manière non uniforme entre les espèces (Žydelis et al., 2019). Par exemple, une espèce telle que le Guillemot de Troïl dont les individus sont souvent posés sur l'eau, est beaucoup mieux détectée par la technique de l'avion digital que par celle des suivis nautiques. Pour d'autres espèces plus grosses comme le Fou de Bassan ou les goélands, il y a peu ou pas de différence de probabilité de détection entre les deux types de suivi. Cette différence a un impact direct sur la comparaison

[1] *Cette sortie a eu lieu après le 15 mai, ce qui correspond à la période de reproduction (cf tableau 25) et non plus à la période de migration pré-nuptiale.*

quantitative du nombre d'observations entre l'EDR et la première année de la phase d'exploitation sur la zone élargie du parc. Il n'est pour l'instant pas possible de corriger ce biais. Ce changement de protocoles complexifie également l'étude de l'éventuel impact lié aux effets de déplacement et de barrière lors de l'exploitation. En conséquence, un modèle de type After-Gradient, comme présenté dans la note méthodologique, a été développé.

En conséquence, il ne sera pas possible dans ce rapport de comparer les valeurs quantitatives des densités mesurées sur la zone élargie, car il serait impossible d'identifier si l'augmentation ou la diminution de ces densités et, par conséquent, des abondances, sont dues à un changement de méthodologie, à un changement de protocole ou à l'effet de l'exploitation du parc. Cette limite liée au changement de méthode était attendue.

Seule la comparaison de manière relative des phénologies et la distribution des zones à forte ou faible densité sur les grilles de densité sera réalisée. Ces comparaisons des distributions temporelles et spatiales permettent d'apprécier des effets tels que le dérangement et la perte d'habitat du fait du fonctionnement du parc.

Les changements de distances inter-transects et de distances parcourues ne remettent pas en cause la validité des calculs de densité qui font intervenir l'effort surfacique (surface échantillonnée) qu'il suffit de corriger en conséquence.

Le nombre de suivis réalisés pour les petits et grands transects diffère entre les différentes phases du projet. Le nombre de suivis nautiques des petits transects a significativement diminué entre l'EDR et la phase d'exploitation, passant de 12 suivis à 4 suivis. Cette forte diminution a des conséquences importantes sur la comparaison des résultats entre ces deux phases ainsi que sur l'interprétation des phénologies avec les données de la phase d'exploitation. Un unique suivi nautique par saison, ne permet pas d'interpréter des évolutions de phénologies intra et inter annuelle avec précision. Ces suivis ont été gardés car ils permettent d'apporter des informations importantes sur le comportement des oiseaux au sein de parc éolien.

Tableau 11 : Nombres de suivis réalisés pour les petits et grands transects lors des différentes phases du projet

	EI	EDR	C	**EX1**
Petits transects	36	12	4	4
Grands transects	11	6	8	8

Version post-RST

3 Méthodes de traitement des données avifaune :

Pour chaque jeu de données (grands transects et petits transects), les analyses des données se décomposent en quatre grandes sections :

- **Distribution temporelle** des oiseaux : phénologie de présence ; estimation des effectifs (oiseaux posés + oiseaux en vol) ou densités par mois ;
- **Répartition spatiale** des oiseaux : cartes de distribution des données par saison et par phase du projet, comparaison des distributions par phase de projet ;
- **Analyse comportementale ;**
- **Analyse comparative état de référence/phase d'exploitation**. Cette analyse a pour objectif d'utiliser une méthode statistique qui permet de déterminer si l'exploitation du parc éolien en mer de Saint-Nazaire a un effet significatif sur l'avifaune marine et d'estimer l'importance et l'échelle spatiale de cet effet. Pour rappel, un effet attendu a priori et identifié statistiquement par les analyses serait **une diminution ou une augmentation de l'abondance au voisinage du parc**. Si une diminution est observée, elle pourrait être causée par un effet barrière ou de déplacement et se caractériserait par une corrélation positive entre l'abondance et l'éloignement du parc. En revanche, il ne sera pas possible de déterminer la cause (effet barrière, effet d'évitement, etc.). Seules des données de tracking qui permettent d'observer les comportements en vol à l'approche du parc (macro, méso, micro-évitement ou effet barrière) permettraient de déterminer les mécanismes sous-jacents à une absence d'oiseaux à l'intérieur du parc. Ainsi, une analyse de type After-Gradient est utilisée. Cette analyse est conduite uniquement pour les espèces ou groupes d'espèces avec suffisamment de données. L'explication du choix de cette méthode est détaillée dans la note méthodologique en Annexe I :

3.1 Distribution temporelle

La distribution temporelle est mesurée en estimant la densité d'individus dans la zone d'étude par mois ou par saison. La densité correspond au nombre d'individus observés sur une surface donnée et cette surface est dépendante de l'effort de prospection (nombre de kilomètres parcourus et nombre d'observateurs).

En multipliant la densité par la surface de la zone d'étude, il est alors possible d'obtenir une estimation de l'abondance des espèces.

En fonction du protocole de suivi utilisé et du comportement des oiseaux (posé ou en vol), la méthodologie d'analyse statistique varie. La Figure 2 permet de visualiser les différentes méthodes statistiques utilisées en fonction du type de suivi et des données collectées. Le détail des méthodes statistiques se trouve en Annexe II :: distance sampling (II.1), strip-transect (II.2), snapshot (II.3)).

Version post-RST

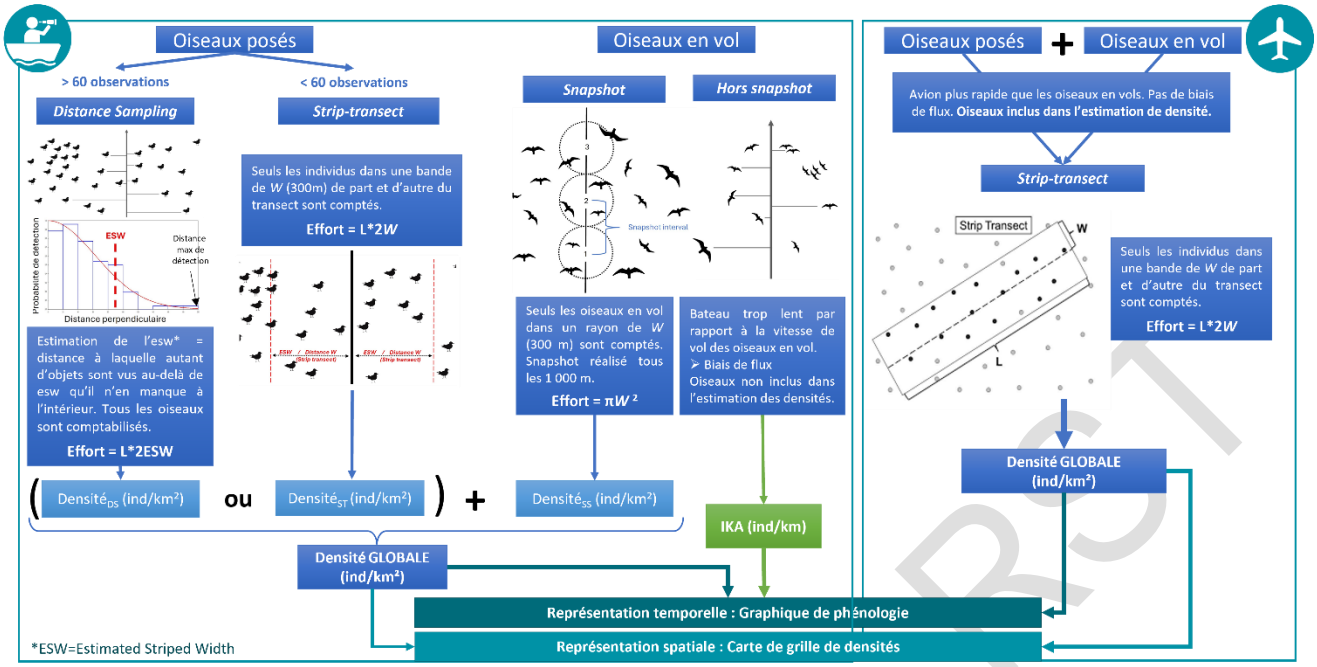


Figure 2 : Description schématique du processus d'estimation de densités à partir des données issues de suivis nautiques et aériens.

Pour les espèces avec plus de 20 observations, les densités (par strip-transect, distance sampling ou snapshot) sont évaluées à l'aide d'un processus de *bootstrap*[2] qui permet de tenir compte des incertitudes d'échantillonnage. Sur les graphes de phénologie représentant une espèce et une méthodologie d'analyse, la valeur moyenne issue de ces bootstraps ainsi que l'intervalle de confiance issu des bootstraps sont représentés (Figure 3). En dehors de ces conditions, il n'est pas possible de visualiser les intervalles de confiance. Ainsi pour ces graphes, seule la valeur moyenne issue des bootstraps est visible pour chaque catégorie (Figure 4).

Version post-RCT

[2] *Méthode statistique qui permet de tenir compte des incertitudes d'échantillonnages en se basant sur la réplication multiple de sous échantillonnages des données, afin de mesurer la moyenne de la variable recherchée pour chaque sous-échantillon et ainsi estimer une variance de cette variable pour l'ensemble des données disponibles.*

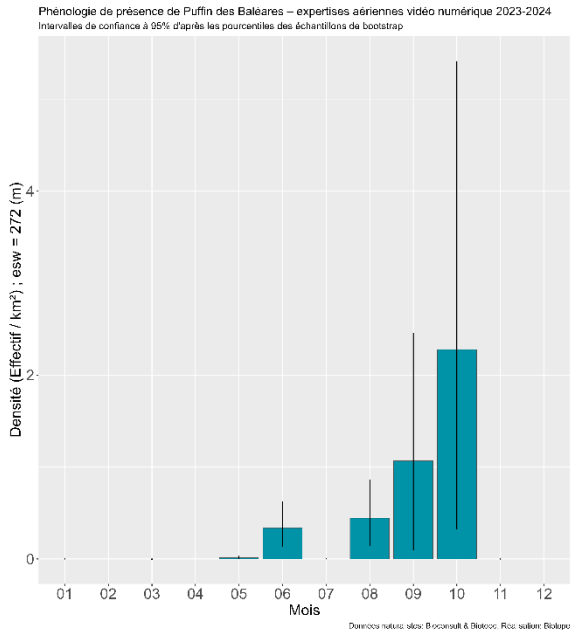


Figure 3 : Exemple d'une phénologie réalisée en utilisant des boostraps sur la méthode de strip-transect pour une espèce (x : Mois sans effort).

Pour chaque type de suivis (grands et petits transects), les phénologies pour chaque espèce ou groupe d'espèces importantes sont représentées sous la forme d'un histogramme contenant plusieurs niveaux d'informations :

- Une phénologie pour les densités d'individus.
- La somme cumulée des densités pour les oiseaux posés et les oiseaux en vol issue des données de snapshots. Pour les phénologies des suivis aériens, la distinction entre les 2 comportements des oiseaux n'est pas faite.

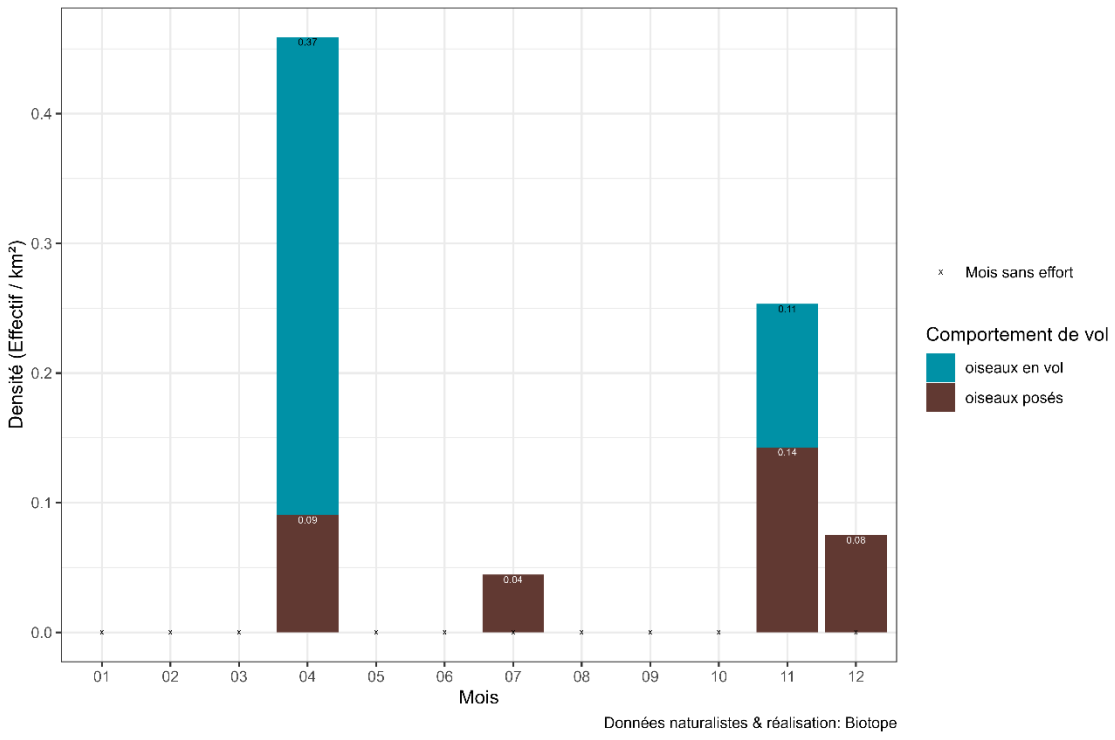


Figure 4 : Exemple d'un graphique de phénologie réalisé à partir des observations collectées lors d'un suivi nautique.

3.2 Distribution spatiale

3.2.1 Cartes de grilles de densités

Ces cartes illustrent pour chaque groupe d'espèces et chaque phase du projet, les densités (en nombre d'animaux par km²) moyennées par saison et unité d'espace. Dans ces figures, l'espace est donc discrétisé en pixel de x km². La taille du pixel dépend de la distance inter-transects (5 km pour les grands transects et 1,5 km en moyenne pour les petits transects) et est contrainte par la volonté de ne pas avoir de pixel sans effort.

Dans ces conditions, aucune interpolation spatiale n'est réalisée pour déterminer la densité moyenne au sein d'un pixel. Par souci de lisibilité, les transects n'ont pas été représentés mais le trait de côte apparaît sur chaque grille. Pour le calcul de la densité des expertises digitales, nous avons fait l'hypothèse d'une détection parfaite des animaux sur une largeur de bande de 212 m de part et d'autre de la ligne de transect. Ce paramètre (appelé largeur de bande efficace) dépend des conditions de vol de l'avion et du réglage des caméras à son bord. Il nous est donc fourni par BioConsult SH. La densité est calculée à l'échelle du pixel et du suivi en divisant le nombre d'individus de chaque groupe d'espèces observés par l'effort surfacique correspondant ; puis la densité est moyennée par saison.

Pour le calcul des densités des expertises bateau, le cumul des densités des oiseaux posés et des oiseaux en vol estimées indépendamment est additionné par cellule et moyenné par saison.

Pour chaque espèce, une carte par saison est produite (exemple : Figure 6). Les dates de début et de fin des saisons utilisées pour les analyses ont été définies en se basant sur les phases du cycle biologique des oiseaux et non par rapport aux saisons calendaires (Tableau 12). Il s'agit de dates fixées de façon à couvrir, selon des périodes de 3 mois, les grandes phases du cycle biologique des oiseaux migrateurs fréquentant le golfe de Gascogne. Naturellement, ces dates ne permettent pas d'englober toutes les espèces. Par exemple, certaines espèces migrent jusqu'à début décembre, d'autres sont en phase d'hivernage jusqu'à fin mars.

Tableau 12. Périodes du cycle biologique considérées dans les analyses, en se basant sur les activités biologiques de la majorité des oiseaux marins.

Saison	Dates de début et fin	Cycle biologique espèces migratrices	Cycle biologique espèces nicheuses locales
Printemps	15 février au 14 mai	Migration prénuptiale	Hivernage et début de la reproduction
Eté	15 mai au 14 août	Reproduction	Pic de reproduction
Automne	15 août au 14 novembre	Migration postnuptiale	Fin reproduction et transition vers la période d'hivernage
Hiver	15 novembre au 14 février	Hivernage	Hivernage

Remarque importante : il est essentiel de noter que l'échelle de densité est logarithmique et différente pour chaque figure (groupe d'espèces et phase de projet) afin de visualiser au mieux les variations de densité dans l'espace (les pixels) et le temps (les saisons). Les cartes n'ont pas vocation à être comparées visuellement entre différentes espèces : les densités associées à la couleur jaune ou à la couleur verte peuvent être très différentes d'une espèce à une autre.

Version post-RST

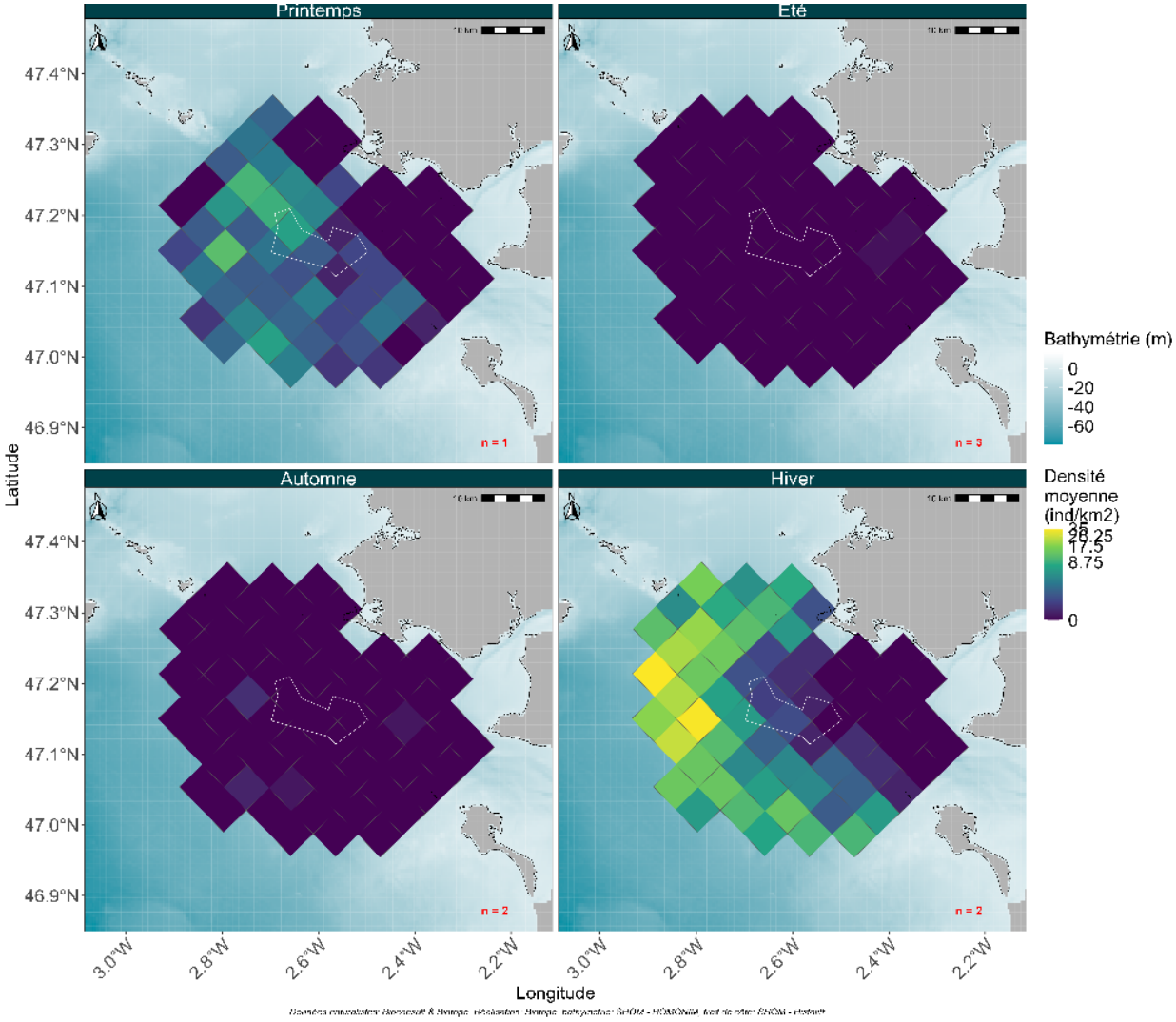


Figure 5 : Carte de distribution saisonnière des densités en maille de 25 km². Exemple pour le Guillemot de Troïl lors des suivis aériens digitaux par caméra HD. Le nombre en rouge en bas à droite indique le nombre de suivis par saison.

Attention, seuls les individus observés répondant aux critères des différentes méthodes statistiques (posé et plus de 60 observations pour le distance-sampling, <300 m de la ligne de transect pour le *strip-transect* bateau, oiseaux en vol pris pendant les snapshots pour les suivis bateaux…) sont inclus dans les estimations de densités. Pour certaines espèces rares, présentes dans les tableaux des espèces observées, ***il n'y aura pas d'estimation de la densité car ces observations étaient en dehors des critères d'analyse statistique*** (trop peu d'observations et/ou au-delà de 300 pour les suivis nautiques). La distribution spatiale sera représentée par les cartes des observations brutes, à titre indicatif, et une phénologie des indices 'abondances kilométriques' (IKA, cf. Annexe II) permettra de voir la distribution temporelle.

3.2.2 Cartes des observations brutes par saisons

La réalisation des cartes des observations brutes ne fait pas intervenir de traitements statistiques. Ces cartes représentent toutes les observations d'oiseaux par un point situé à la position où l'observation a eu lieu en utilisant les coordonnées enregistrées par le GPS de bord.

La taille des points est fonction du nombre d'oiseaux observés.

Version

Afin d'alléger le rapport, ces cartes sont présentées uniquement dans les situations où il n'est pas pertinent d'utiliser les grilles de densités, car il y a trop peu d'observations (en générale moins de 10 observations) ou que l'on cherche à visualiser la distribution spatiale de plusieurs espèces en même temps.

Ces cartes sont aussi organisées en saison, suivant le même découpage que pour les grilles de densités.

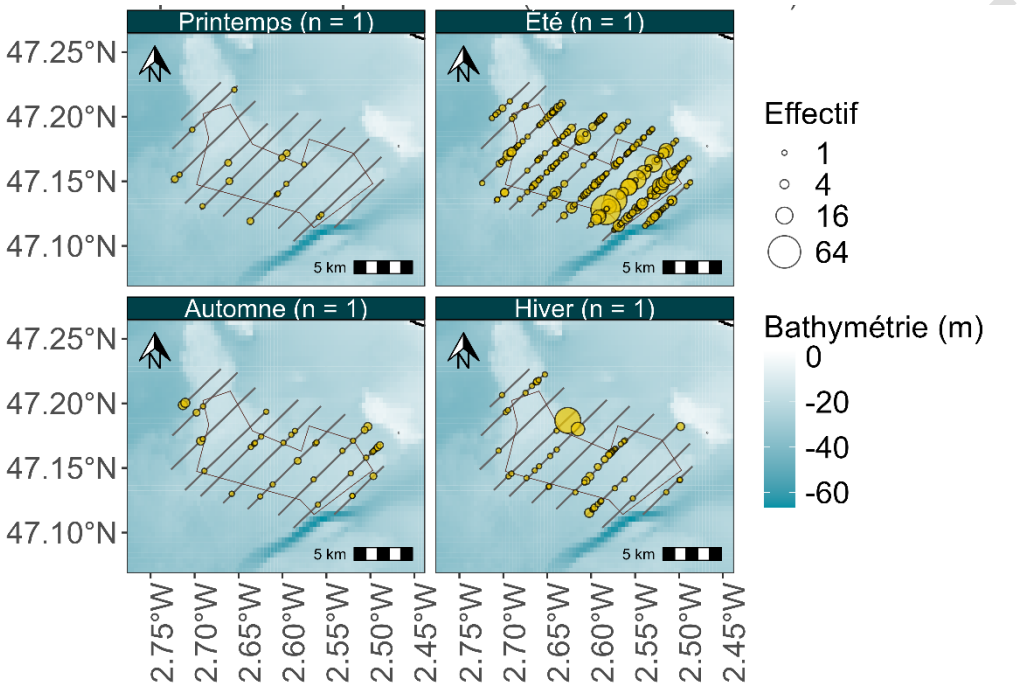


Figure 6 : Exemple de carte des observations brutes dont l'échelle de taille des points est proportionnelle au nombre d'individus pour les groupes de moins de 10 (quantile à 95% des tailles de groupe) puis limité à cette taille maximum au-delà.

3.3 Analyse comparative qualitative : Analyse After-Gradient

3.3.1 Principe de la méthode After Gradient

L'analyse After-Gradient se base sur un protocole After-Gradient qui prévoit un échantillonnage à différentes distances du parc (ce que nous avons avec les données issues des suivis grands transects) et des turbines.

Les études qui utilisent ce protocole ont montré que la réponse la plus courante des oiseaux marins à la construction ou l'exploitation d'un parc est le déplacement des effectifs et une diminution de l'abondance à proximité du parc bien qu'une attraction de certaines espèces vers l'intérieur du parc ait aussi été reportée, probablement due à une augmentation des opportunités pour se nourrir (Methratta, 2021; Welcker and Nehls, 2016). Les données issues de ce protocole sont ensuite utilisées dans un modèle statistique (GAM, logistique…) qui va permettre de trouver la relation entre la densité et la distance au parc, la plus représentative des données.

Un exemple de résultat théorique est présenté dans la Figure 7 qui représente la densité d'individus par rapport à la distance du parc. La densité est plus faible dans la zone à l'intérieur du parc qui se

Version n°1

matérialise par des distances négatives (en rose sur la figure), que dans la zone extérieure au parc représentée par des distances positives (en bleu sur la figure). Naturellement, plus cette distance augmente, plus on s'éloigne du parc **dont la périphérie est désignée par une distance nulle**. Inversement, plus la distance est négative, plus on s'approche du centre du parc éolien. Les données collectées lors de la phase d'exploitation nous permettent d'étudier cette relation densité/distance jusqu'à une distance de 20 km environ comme illustré dans la figure.

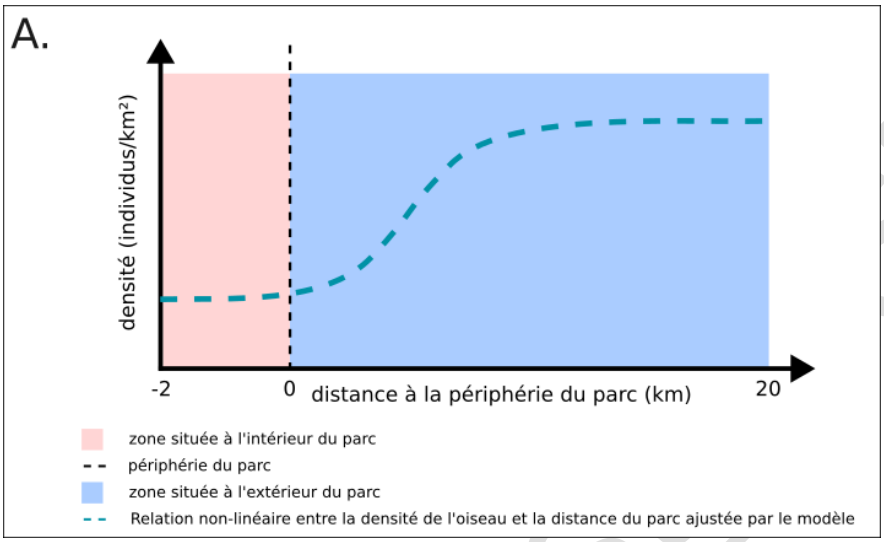


Figure 7 : Représentation théorique de la densité d'une espèce dont la densité diminue dans la zone du parc par rapport à la zone extérieur au parc.

Dans le cadre de l'étude des impacts de l'exploitation du parc éolien en mer de Saint-Nazaire, l'utilisation de la méthodologie After-Gradient est indiquée car les protocoles ont été modifiés entre l'état de référence (suivi nautique) et la phase d'exploitation (suivi avion digital). Intégrer à la modélisation l'effet d'un changement de protocole est une complication en soi, mais elle constitue ici un défi particulier puisque les protocoles ont évolué sans période commune autorisant leur inter-calibration.

3.3.2 Caractéristique de l'analyse After Gradient dans le cadre de ce projet

3.3.2.1 Modélisation de la relation entre la densité et la distance au parc

Le modèle utilisé lors de l'analyse After-Gradient cherche à estimer l'effet de la distance au parc sur la densité de l'espèce. Pour cela, il est important de prendre en compte les autres facteurs pouvant influencer l'abondance.

Sur le **plan temporel**, les variations naturelles de l'abondance ont été prises en compte à l'aide d'un effet « mois », qui permet d'estimer les variations intra-annuelles liées à la phénologie de l'espèce.

Sur le **plan spatial**, aucune covariable spatiale environnementale (bathymétrie, etc.) n'a été utilisée pour tenter "d'expliquer" les variations spatiales de densité observées au sein de la zone d'étude. Toutes les variations spatiales sont donc analysées par une fonction décrivant la relation entre la densité d'oiseaux et la distance à la périphérie du parc. Cette fonction est utilisée sans distinction du mois, ce qui signifie que l'on suppose que le mois et par conséquent la période biologique peuvent

Version post-CST

avoir un effet sur l'abondance globale au sein de la zone d'étude mais pas sur l'effet du parc sur l'abondance.

De façon indépendante, nous avons testé deux fonctions différentes pour modéliser la relation statistique entre la densité de l'espèce et la distance au parc (Figure 8). Chacune a ses caractéristiques et ses limites, mais les deux fonctions apparaissent complémentaires et intéressantes à observer conjointement (Le détail mathématique du modèle et de ces fonctions est donné en Annexe I : Les deux fonctions ont en commun de modéliser la relation entre la densité et la distance au parc). Ces fonctions seront appelées « **fonction effet** » dans le reste du document.

Les deux fonctions sont décrites ci-après :

- Une fonction qui ne prend pas de forme pré-déterminée appelée **fonction de lissage**. En utilisant cette fonction, l'utilisateur ne fait aucune hypothèse préalable sur la relation entre la densité et la distance au parc. La forme que peut prendre cette relation est construite uniquement à partir des informations provenant des données. Cette fonction permet de modéliser une **relation non linéaire** entre la densité et la distance au parc qui est **caractéristique des relations observées dans le milieu marin** et est classiquement recherchée dans la littérature scientifique (Welcker and Nehls 2016, Vanermen et al. 2020). Elle a pour avantage d'être flexible et pour inconvénient un risque de sur-ajustement des données si les spécifications du lissage ne sont pas adéquates
- Une **fonction logistique** qui a la forme prédéterminée d'un S (illustré sur la Figure 9). En utilisant cette fonction, l'utilisateur émet l'hypothèse préalable que la densité varie en s'éloignant du parc de la façon suivante : la densité est stable puis augmente ou diminue pour finalement atteindre un plateau et se stabiliser de nouveau. Le plateau représente ce que serait la densité en dehors de la zone d'influence du parc éolien. La fonction logistique peut également prendre la forme d'une ligne horizontale si la densité ne varie pas en s'éloignant du parc. Cette fonction permet de modéliser la forme de la courbe que l'on suppose observer dans le cadre d'une analyse After-Gradient et qui est présentée dans la Figure 8. En particulier, elle intègre la contrainte que les impacts sont inexistants aux plus fortes distances du parc (le plateau pour les valeurs de distance les plus élevées). Elle a comme avantage de nécessiter l'ajustement d'un moins grand nombre de paramètres que la fonction de lissage et ainsi de faciliter l'interprétation (voir annexe I). Cependant, elle a pour inconvénient de potentiellement trop s'éloigner de la distribution naturelle des données et de ne pas permettre un meilleur ajustement.

La première étape dans l'interprétation des résultats consiste à observer la fonction de lissage qui permet de dégager la tendance de l'impact de la distance du parc sur la densité de l'espèce. Si cette tendance prend la forme d'une fonction logistique, alors, la lecture de la courbe logistique permet le calcul de certains paramètres intéressants tels que la portée spatiale de l'impact (c'est-à-dire la distance au-delà de laquelle on peut considérer que l'impact du parc sur la densité est nul). Il est préférable de ne pas interpréter la courbe logistique si la courbe de lissage s'en éloigne visuellement (autrement dit, si les deux courbes n'ont pas la même forme)

Version Post-RST

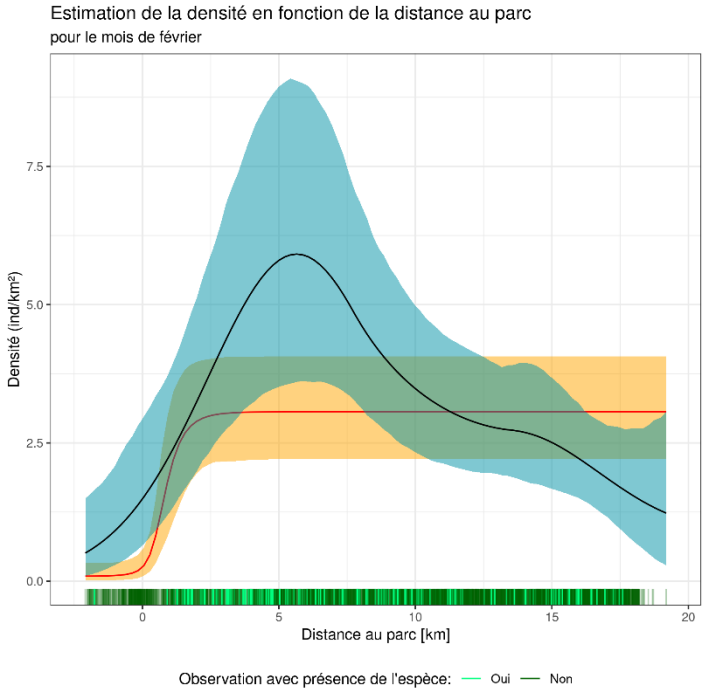


Figure 8 : Évolution de la densité estimée de Fou de Bassan en fonction de la distance au parc lors du mois de l'année où l'abondance de l'espèce est la plus forte (le mois de février). La courbe noire/rouge (moyenne) et l'aire bleue/orange (IC95%) correspondent aux estimations issues du modèle avec une fonction de lissage (bleue/noire) /logistique (orange/rouge). Sur l'axe des abscisses, les traits verticaux verts représentent les distances pour lesquelles il y a eu un effet d'échantillonnage sans observation de l'espèce (en vert foncé) et avec présence de l'espèce (en vert clair).

3.3.2.2 Estimation de la portée de l'impact

La portée de l'impact représente la distance à partir de laquelle la densité se stabilise et prend alors la valeur qu'on considère être celle de la densité de l'espèce en l'absence de parc. C'est une estimation que l'on peut faire visuellement en analysant la courbe de résultat. Sur une courbe de type logistique la portée est plus facile à identifier car le plateau existe quand bien même la densité ne se stabilise pas autour d'une valeur à forte distance du parc. Sur une courbe de lissage, elle est potentiellement difficile à étudier. Dans le document, cette valeur est donnée à titre indicatif.

3.3.2.3 Mise en perspective avec l'état de référence :

Comme évoqué en introduction, l'analyse After-Gradient n'utilise **que les données de la phase d'exploitation** pour déterminer si celle-ci a un effet sur la densité et la répartition de l'avifaune. Cette analyse caractérise comment évolue la densité en s'éloignant du centre du parc éolien. Pour interpréter les résultats de cette analyse, il faut faire l'hypothèse que **tout patron spatial concentrique par rapport au parc observé lors de la phase d'exploitation est lié à un effet de la présence du parc et son exploitation**.

Afin de tester cette hypothèse, une analyse de type gradient est également effectuée sur les données de l'état de référence. Cette analyse est indépendante de l'analyse After-Gradient des données de la phase d'exploitation. Elle permet d'évaluer l'existence préalable d'un patron spatial concentrique centré sur la position prévue pour l'implantation du parc. La comparaison de la fonction d'effet ajustée sur les données de l'état de référence avec celle ajustée sur les données de l'exploitation permet de mettre

Version post-CST

en évidence que, dans le cas où un effet spatial concentrique sur la densité est observé en phase d'exploitation, celui est bien dû à la présence du parc et son exploitation et que ce patron n'existait pas préalablement.

Étant donné les différences de protocoles entre les deux phases du projet, il n'est pas possible de comparer directement la valeur absolue des densités par rapport à la distance, théorique (état de référence) ou réelle (phase d'exploitation), au centre du site. Cependant, il est possible de comparer comment les densités varient en fonction de la distance, grâce à la lecture de la fonction d'effet qui modélise uniquement l'effet de la distance à la périphérie du parc sur la densité (Figure 10).

L'effet de la distance à la périphérie du parc (position « 0 » sur l'axe des abscisses) est représenté dans l'échelle logarithmique (voir Annexe I). Le trait représente l'effet moyen et l'aire représente l'intervalle de confiance à 95%. L'interprétation d'une variation de cette courbe est la suivante :

- La valeur 0 s'interprète comme une absence d'effet du parc sur la densité de l'espèce, c'est-à-dire que pour une distance donnée (la distance qui correspond à l'effet 0), on n'observe pas de variation d'abondance significative par rapport à la densité moyenne sur l'ensemble de l'air d'étude.
- L'effet agit de façon multiplicative (et non additive) sur l'abondance, ce qui signifie :
- Qu'une valeur de -1 représente une division par environ 2,7 (exp(1)) de la densité à la distance donnée par rapport à la densité moyenne sur l'ensemble de l'aire d'étude
- Une valeur de +1 s'interprète donc comme une multiplication par 2,7 de la densité à la distance donnée par rapport à la densité moyenne sur l'ensemble de l'aire d'étude
- La comparaison de la fonction d'effet ajustée sur les données de l'état de référence avec celle ajustée sur les données de l'exploitation permet d'interpréter avec plus de contexte cette dernière qui a vocation à montrer les impacts de l'exploitation dans le cadre d'une analyse After Gradient.

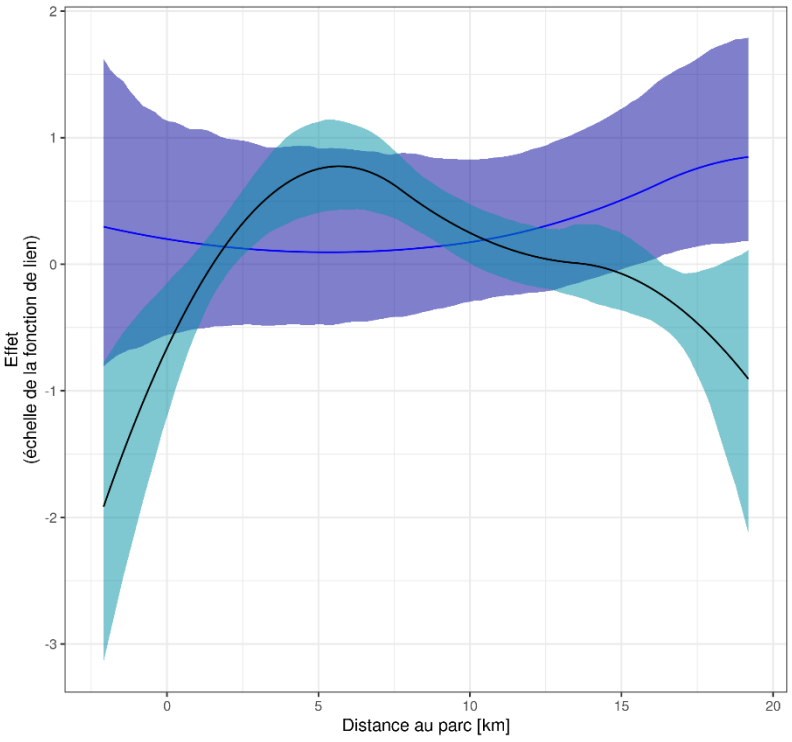


Figure 9 : Effet de la distance au parc sur la densité des Fous de Bassan dans l'échelle de la fonction d'effet. La courbe bleue/noire (moyenne) et l'aire violette/bleue (IC95%) correspondent à l'effet estimé

Version finale

par le modèle avec une fonction de lissage ajusté sur les données de l'état de référence (Violet)/ de la phase d'exploitation (bleue).

3.3.2.4 Données brutes et pré-traitement

Seules les données des grands transects sont utilisées.

Les données collectées par suivi digital aérien au cours de 8 survols répartis entre octobre 2023 et septembre 2024 sont des images pour lesquelles nous connaissons le nombre d'individus de chaque espèce et la surface de l'image analysée (ce qui correspond à l'effort d'échantillonnage). Ces informations à l'échelle de l'image sont agrégées avec une résolution temporelle de 10 secondes pour former des unités d'échantillonnage régulièrement espacées le long des transects. La densité est calculée pour chaque unité d'échantillonnage. Les coordonnées du centroïde des unités d'échantillonnage sont extraites afin de calculer la distance qui sépare les unités d'échantillonnage de la périphérie du parc.

Les données collectées lors des 6 suivis nautiques de l'état de référence entre mai 2019 et avril 2020 ont été utilisées pour le travail de comparaison. L'unité d'échantillonnage pour ces données est un pixel de 1,5 km sur 1,5 km, similaire à ce qui est utilisé sur les grilles de densité. L'effort d'échantillonnage est égal à la longueur de transect dans le pixel multiplié par l'esw (si du distance sampling est utilisé (Annexe II) ou 300m si du strip-transect est utilisé (Annexe II)).

3.3.2.5 Espèces concernées

Tout travail de modélisation est coûteux en données, ainsi certaines espèces ont été regroupées (voir table ci-dessous) afin de constituer des groupes d'espèces proches sur les plans écologiques et taxonomiques mais également d'un point de vue « naturaliste » (espèces sujettes à des confusions au niveau de l'identification visuelle par les naturalistes). Les groupes taxonomiques considérés suffisamment homogènes et constitués d'au moins 200 observations au total ont fait l'objet de ce travail de modélisation. Ce regroupement sera ajusté lors du rapport final des premières années d'exploitation en fonction du nombre d'observations totales détectées pour chaque espèce.

Table 1 : Regroupements taxonomiques effectués sur l'ensemble du jeu de données. Les groupes faisant l'objet d'analyses statistiques sont indiqués dans la colonne « Modélisé ».

Groupe	nb. obs	Modélisé	Étiquettes taxonomiques originales
Alcidés	4936	Oui	Macareux moine, Guillemot de Troïl, Pingouin torda, Pingouin torda / Guillemot de Troïl, Alcidé sp.
Goéland argenté	3237	Oui	Goéland argenté
Océanites	2630	Oui	Océanite tempête, Océanite indéterminé, Océanite de Wilson
Grands Larinés noirs	1733	Oui	Goéland marin, Goéland brun, Goéland marin/brun
Autres grands Larinés	1448	Oui	Goéland cendré/Goéland argenté, goéland indéterminé
Fou de Bassan	1318	Oui	Fou de Bassan
Anatidés	1018	Oui	Macreuse noire, Canard colvert, Canard sp., Tadorne de Belon, Eider à duvet
Puffin des Baléares	779	Oui	Puffin des Baléares
Puffins	528	Oui	Puffin des Anglais, Puffin fuligineux, Puffin indéterminé
Sterne caugek	456	Oui	Sterne caugek
Petits Larinés (hors Mouette tridactyle)	363	Oui	Mouette rieuse, Mouette mélanocéphale, Mouette pygmée, Mouette de Sabine, Laridés sp.

Version post_RSI

Groupe	nb. obs	Modélisé	Étiquettes taxonomiques originales
Autres sternes	258	Oui	Sterne pierregarin, Sterne arctique, Sterne naine, Stern caugek, Sterne sp.
Mouette tridactyle	223	Oui	Mouette tridactyle
Dauphins	277	Non	Grand dauphin, Dauphin commun, Risso´s Dolphin, Delphinidé sp.
Autre	146	Non	Pigeon, Martinet noir, oiseau non identifé, autre animal non identifié, poisson
Cormorans	111	Non	Cormoran huppé, Grand Cormoran, Cormoran huppé/grand Cormoran
Goéland cendré	94	Non	Goéland cendré
Rapaces	88	Non	Faucon crécerelle, rapaces
Plongeons	40	Non	Plongeon imbrin, Plongeon catmarin, Plongeon sp.
Marsouin commun	35	Non	Marsouin commun
Charadriiformes	16	Non	Bécasseau maubèche, Bécasseau sanderling, Grand Gravelot, Tournepierre à collier, Phalarope à bec large, autre charadriiformes
Petits labbes	9	Non	Labbe parasite, Labbe indéterminé
Autres mammifères marins	6	Non	Veau marin, phoque gris, autres mammifère marins, Petit rorqual (à museau pointu), Petit rorqual (a museau pointu)
Fulmar boréal	3	Non	Fulmar, fulmar/gull
Grèbes	2	Non	Grebe, grebe non identifiée
Passereaux	2	Non	Rougegorge, Pipit sp., Pipit farlouse, Alouette des champs, Bergeronnette grise, Fauvette à tête noire, Fringille sp., Hirondelle de fenêtre, Hirondelle rustique, Linotte mélodieuse, Pouillot sp., Passereaux sp.
Pélécaniformes	2	Non	Héron cendré, Aigrette garzette

3.3.3 Lecture des résultats

3.3.3.1 Résultats du protocole After-Gradient pour les données de la phase d'exploitation

Pour chaque espèce ou groupe d'espèces, une figure représentant l'évolution de la densité estimée en fonction de la distance au parc lors du mois de l'année où l'abondance de l'espèce est la plus forte (similaire à la Figure 8) sera représentée et interprétée.

3.3.3.2 Comparaison entre les phases du projet

Afin d'interpréter avec plus de contexte la courbe ajustée sur les données lors de la phase d'exploitation, la Figure 9, contenant à la fois la courbe ajustée sur les données de l'état de référence et celle ajustée sur les données d'exploitation, permettra d'estimer si une structure spatiale concentrique par rapport au parc était déjà présente avant l'implantation du parc.

Un exemple d'interprétation sur la Figure 11 représente l'effet de la distance au parc sur la densité dans l'échelle de la fonction effet. Sur cette figure, deux courbes sont représentées. Elles montrent les estimations de deux modèles identiques, mais l'un est ajusté avec les données des suivis bateau réalisés lors de l'état de référence (aire violette pour l'intervalle de confiance à 95% et ligne bleue pour la moyenne) et l'autre avec les données des suivis aériens digitaux réalisés lors de la phase d'exploitation (aire bleue et ligne noire). Pour ces modèles, la fonction de lissage a été utilisée. La courbe ajustée sur les données de l'état de référence permet d'estimer si une structure spatiale concentrique par rapport au parc pré-existe à son implantation. Elle permet d'interpréter avec plus de

Version post-RST

contexte l'autre courbe ajustée sur les données lors de la phase d'exploitation qui a vocation de montrer les impacts de l'exploitation dans le cadre d'une analyse After-Gradient.

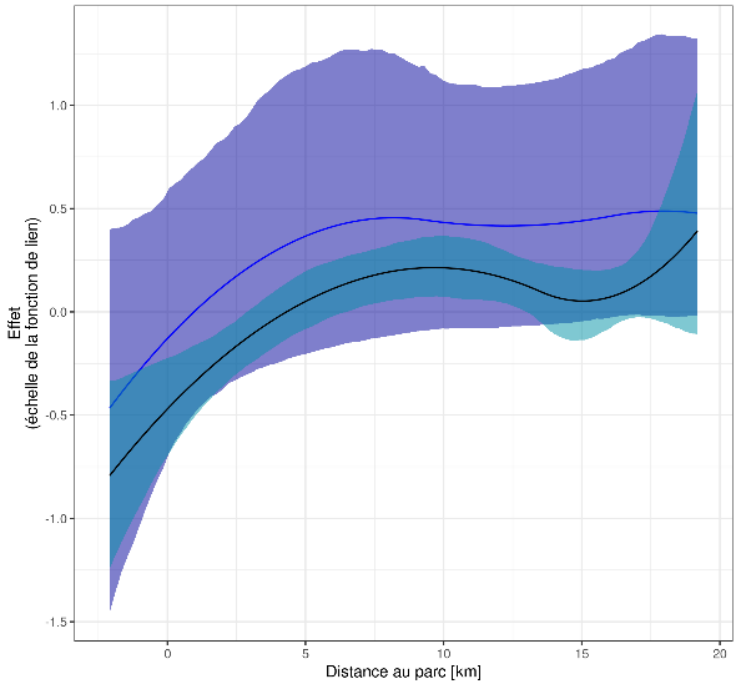


Figure 10 : Effet (échelle log) de la distance au parc sur la densité des Alcidés ajusté par une fonction de lissage sur les données de l'état de référence (courbe bleue -moyenne- et violette -IC95%) et sur les données de la première année d'exploitation (courbe noire – moyenne- et turquoise - CI95%).

Dans cette figure, l'intervalle de confiance autour de la courbe ajustée sur les données de l'état de référence est très large, indiquant une forte incertitude des résultats. L'intervalle de confiance autour de la courbe ajustée sur les données de la phase d'exploitation est beaucoup plus petit. Cette courbe montre un effet négatif jusqu'à 5 km des bords du parc, puis une stabilisation de l'effet. Cependant, la tendance de la courbe basée sur les données de l'état de référence est similaire. Il n'est donc pas possible de définir si la plus faible densité dans et aux abords du parc est un effet du parc lui-même ou une distribution normale des espèces, indiquant donc un non-effet du parc.

3.3.4 Contraintes et limites liées aux méthodes d'analyses

Dans le modèle After-Gradient, il n'y a pas de considération des données environnementales. Quatre années se sont écoulées entre l'état de référence et la phase d'exploitation, nous considérons qu'il n'y a pas eu de changements environnementaux significatifs qui pourraient emmener à une utilisation significativement différente de la zone du parc par les espèces.

Le seuil de 200 observations nécessaire pour faire un modèle After-Gradient bien que partiellement arbitraire, est justifié par des considérations statistiques liées à la puissance de détection des effets. La capacité à détecter un effet dépend du rapport entre la taille de l'effet — inconnue a priori — et le nombre d'observations disponibles. Un effet important peut être mis en évidence avec un nombre d'observations relativement restreint, tandis qu'un effet plus faible nécessite un nombre d'observations plus important pour être détecté avec un niveau de confiance acceptable. Par ailleurs, il est attendu que la taille de l'effet varie selon les espèces, et que l'introduction de covariables supplémentaires dans le modèle — en particulier ici l'effet du mois — augmente la complexité du modèle, nécessitant par conséquent un volume de données plus important pour estimer un effet de taille équivalente.

Version pour AST

La distance aux colonies n'est pas incluse dans le modèle. Pour les espèces nicheuses, la présence de colonies dans un rayon proche pourrait influencer la densité des observations aux fortes distances du parc et ainsi être un effet confondant de l'effet du parc lui-même. Cependant, la capacité du modèle à estimer l'effet du parc et la distance aux colonies dépend d'un compromis entre la complexité du modèle et le nombre d'observations. Ajouter la distance aux colonies comme covariable augmente la complexité du modèle et donc le nombre d'observations nécessaires pour réaliser l'analyse. Lors du rapport avec la deuxième et troisième année d'exploitation, le nombre d'observations sera plus important et l'effet de la proximité des colonies pour les espèces nicheuses pourra potentiellement être testé.

3.4 Distribution des comportements

Les comportements des oiseaux ont été notés lors des observations, notamment s'ils étaient posés, en vol, en activité d'alimentation, etc. Pendant l'exploitation, le comportement des oiseaux autour des éoliennes est ajouté.

La distribution et la présence même de certaines espèces d'oiseaux en mer (notamment les goélands) sont connues pour être largement influencées par les activités anthropiques et notamment la pêche professionnelle (pêche au chalut en particulier). Outre les goélands pélagiques, d'autres espèces montrent des distributions et activités en mer influencées (plus ou moins fortement) par les activités anthropiques : la Mouette mélanocéphale, le Fou de Bassan, les puffins et les labbes (les labbes présentant des comportements de vol de proies, appelés clèptoparasitisme, sur les Larinés et Fous de Bassan notamment). Ainsi, lors de certaines sorties, les effectifs de goélands ont été fortement influencés par la présence de chalutiers au cours des investigations. La présence des éoliennes offre un reposoir pour les espèces et peut concentrer la présence de proies avec l'effet récif le long du monopieu dans la colonne d'eau.

Cette analyse comportementale est plus précise lors des suivis nautiques où il est plus facile d'identifier les comportements, en particulier les comportements alimentaires. Les comportements de répulsion ne sont pas visibles avec les données issues des suivis digitaux. Les comportements d'attraction sont identifiés avec certitude quand un groupe d'oiseaux est observé juste derrière un navire de pêche sur plusieurs images successives. Ainsi, à cause de cette différence pour toutes les espèces, une analyse synthétique (Figure 11) a été menée pour les expertises nautiques, en distinguant ici 8 comportements :

- **Posé** – Les individus observés posés utilisent la zone comme zone de repos ou bien sont en phase de recherche alimentaire mais posés en surface (respiration des oiseaux plongeurs comme les Alcidés ou les cormorans, par exemple), mais aucun comportement d'alimentation actif n'a été observé ;
- **Vol** – Les individus observés en vol exploitent la zone comme zone de transition, entre les colonies, les reposoirs et les zones d'alimentation. Des oiseaux observés en vol peuvent également être en recherche alimentaire active (cas des sternes, par exemple), mais aucun comportement d'alimentation actif n'a été observé ;
- **Alimentation** – Les individus observés sont des individus en vol ou posés en recherche alimentaire active et/ou observés à l'arrière de bateaux de pêche en activité. ;
- Posé éolienne (**P. éolienne**) et **alimentation éolienne** – Les oiseaux sont observés posés sur la structure ou au pied des éoliennes sans ou avec un comportement d'alimentation ;
- Répulsion – Quand les oiseaux fuient la présence du bateau de suivi. Ce comportement est observé sur des oiseaux qui sont posés sur l'eau et s'éloigne ou s'envolent à l'approche du

Version pour RST

bateau (**P.répulsion**) ou quand ils modifient de manière significative leur direction de vol à l'approche du bateau (**V.répulsion**) ;

- Attraction – Lorsque les oiseaux en vol, se rapprochent et parfois restent autour du bateau de suivi ou d'un navire de pêche (**V.attraction**).

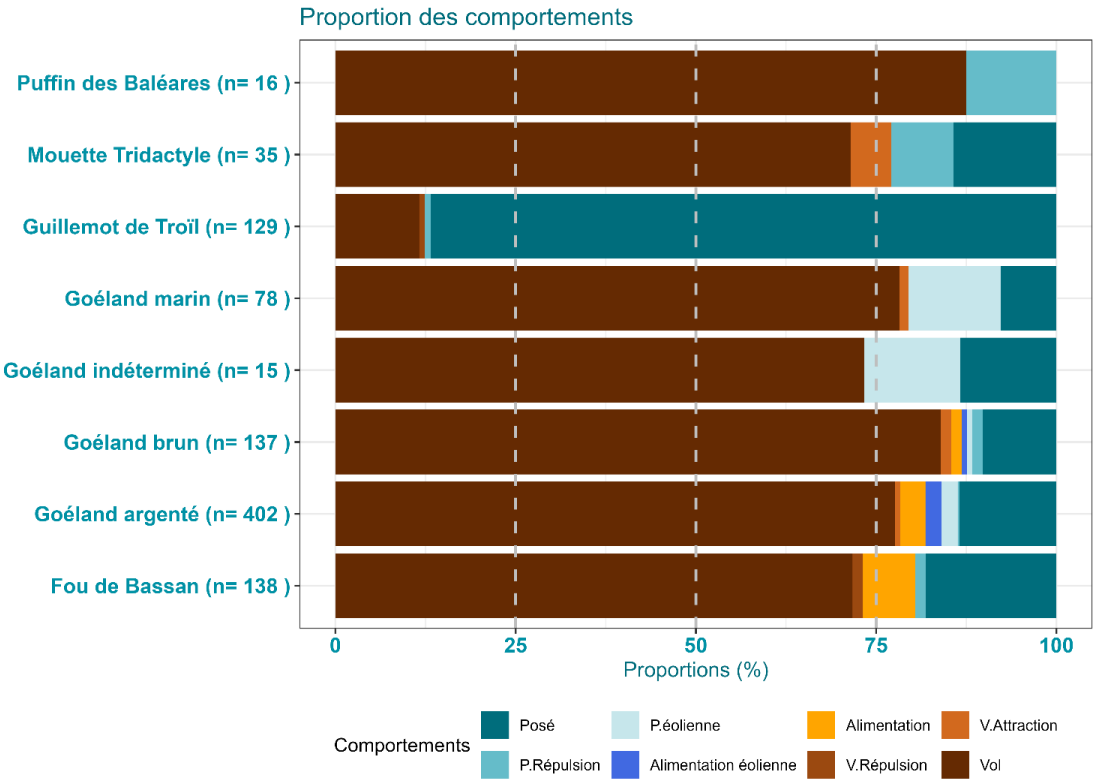


Figure 11 : Exemple d'une représentation de la proportion des différents comportements reportés lors des suivis nautiques et aériens pour chaque observation.

Pour les expertise digitales, l'analyse comportementale est réalisée de manière plus succincte, car il est souvent difficile d'aller au même niveau de détail, sans présentation des résultats sous la forme d'un graphique.

3.5 Distribution des hauteurs de vols

La méthode d'estimation des hauteurs de vols différent en fonction des suivis.

3.5.1.1 Analyses des hauteurs de vol issues des suivis grands transects aériens digitaux:

Avec les données d'expertises aériennes digitales, il n'existe à l'heure actuelle pas de technique routinière permettant de mesurer précisément et de façon automatisée les hauteurs de vol. Une méthode basée sur une approche trigonométrique, en tenant compte du mouvement de l'ombre des oiseaux était en cours de développement et de test en 2021, mais elle s'est avérée ne pas être suffisamment robuste et n'est donc pas utilisée. Une nouvelle méthode a été développée par HiDef aerial surveying et est basée sur la différence relative de taille des oiseaux en vol pour déterminer la

Version finale

hauteur indicative de vol. Cette méthode a fait l'objet d'une publication en janvier 2023 (Humphries et al., 2023). Un travail d'estimation des hauteurs de vols à partir de ces données sera réalisé lors du dernier rapport de la phase d'exploitation.

3.5.1.2 Analyses des hauteurs de vol issues des suivis nautique petits transects :

Avec les données de suivi nautique, ce sont des observateurs expérimentés qui estiment la hauteur de vol des observations. La distribution de ces hauteurs de vol est ensuite réalisée par espèce ou groupe d'espèces (Figure 12). Une zone grisée représente la hauteur de la pale par rapport au niveau d'eau moyenne (Mean Seal Level) au point le plus haut des éoliennes du parc de Saint-Nazaire (32 m à 180 m). La proportion d'individus dans la zone d'action des éoliennes et en dehors est mesurée et comparée entre les suivis de l'EDR et de la première année de la phase d'exploitation. Un test Chi2 est réalisé entre les données de l'état de référence et de la phase d'exploitation est réalisé pour détecter si on note une différence significative des hauteurs de vols par espèce entre les deux phases.

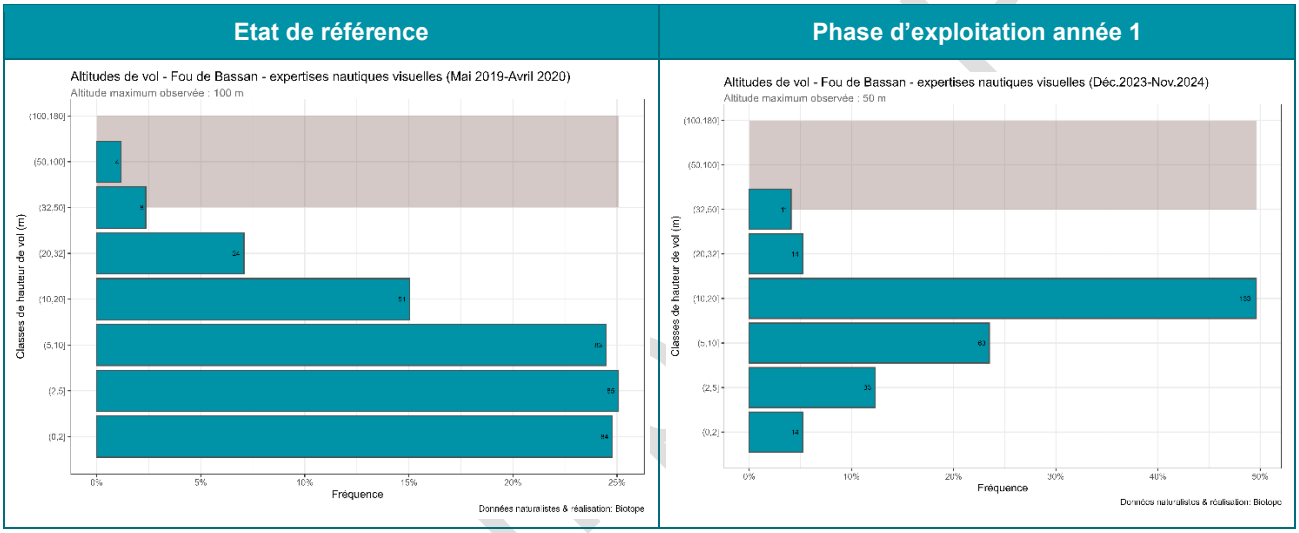


Figure 12 : Exemple d'histogramme des altitudes de vol pour le Fou de Bassan.

3.6 Méthodes synthétisées de traitement des données mammifères marins

Pour les mammifères marins, les mêmes protocoles et méthodologies décrites en Figure 2 (données issues des suivis nautiques pour l'EDR et données issues des suivis digitaux pour la première année de la phase d'exploitation), sont appliquées à l'exception du protocole du snapshot non applicable pour ces espèces :

- Phénologie de densité ;
- Carte des observations brutes ;
- Carte de grilles de densité.
- Si suffisamment de données (>200) sont disponibles une analyse After-Gradient sera fait pour les marsouins et une pour les delphinidés.

Pour les mammifères marins, il n'y a pas de cycle biologique aussi caractéristique. Les saisons utilisées pour les analyses concernant les mammifères marines sont similaires aux saisons calendaires.

Version PSI

Tableau 13. Saisons biologiques considérées pour les mammifères marins.

Saison	Date
Printemps	21 mars au 20 juin
Eté	21 juin au 20 septembre
Automne	21 septembre au 20 décembre
Hiver	21 décembre au 20 mars

Version post_RST

4 Bilan des données de la première année de la phase d'exploitation - Avifaune

4.1 Données générales concernant les expertises de la première année de la phase d'exploitation 2023/2024

Note : Les données d'observation par sortie ne sont présentées dans le présent rapport que pour les expertises menées pendant la première année de la phase d'exploitation en 2023/2024.

4.1.1 Données générales lors des sessions grands transects 2023/2024

Le présent chapitre présente les principales informations générales concernant les données issues des expertises grands transects 2023/2024, notamment les observations par session d'expertise et par espèce.

4.1.1.1 Données générales par espèce et par sortie

Lors des 8 sessions grands transects (expertises aériennes digitales haute altitude) réalisées entre octobre 2023 et septembre 2024, 19 440 oiseaux ont été notés, en cumulé sur les 8 sessions et sur 2 799 km parcourus.

Tableau 14. Effectifs cumulés des oiseaux, et leurs proportions (%) associées, par expertises aériennes digitales pendant la première année de la phase d'exploitation.

Espèces	06/10/2023	15/12/2023	04/02/2024	10/04/2024	25/05/2024	25/06/2024	03/08/2024	19/09/2024	Total par espèce
Saison	Postnuptiale	Hivernage		Prénuptiale	Reproduction			Postnuptiale	
Goéland argenté	607 16,05%	253 7,78%	632 15,83%	39 2,51%	37 11,08%	524 38,87%	246 26,34%	899 21,18%	3237 16,65%
Goéland brun	491 12,99%	5 0,15%	9 0,23%	21 1,35%	31 9,28%	144 10,68%	175 18,74%	365 8,60%	1241 6,38%
Goéland cendré	12 0,32%	48 1,48%	23 0,58%	10 0,64%	0%	0%	0%	1 0,02%	94 0,48%
Goéland marin	102 2,70%	17 0,52%	124 3,11%	14 0,90%	2 0,60%	27 2,00%	22 2,36%	164 3,86%	472 2,43%
	3	3	6	0%	0%	0%	0%	0%	12

Version post-RST

Espèces	06/10/2023	15/12/2023	04/02/2024	10/04/2024	25/05/2024	25/06/2024	03/08/2024	19/09/2024	Total par espèce
Saison	Postnuptiale	Hivernage		Prénuptiale	Reproduction			Postnuptiale	
Goéland argenté / Goéland cendré	0,08%	0,09%	0,15%						0,06%
Goéland brun / Goéland marin	0%	1 0,03%	4 0,10%	0%	0%	0%	5 0,54%	10 0,24%	20 0,10%
Goéland indéterminé (Goéland argenté / Goéland brun / Goéland marin / Goéland leucophée)	169 4,47%	38 1,17%	124 3,11%	3 0,19%	2 0,60%	116 8,61%	222 23,77%	670 15,78%	1 344 6,91%
Mouette de Sabine	9 0,24%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	11 0,26%	20 0,10%
Mouette mélanocéphale	5 0,13%	0%	13 0,33%	8 0,52%	1 0,30%	21 1,56%	0%	2 0,05%	50 0,26%
Mouette pygmée	0%	3 0,09%	21 0,53%	2 0,13%	0%	0%	0%	2 0,05%	28 0,14%
Mouette rieuse	34 0,90%	11 0,34%	8 0,20%	10 0,64%	0%	40 2,97%	11 1,18%	4 0,09%	118 0,61%
Mouette tridactyle	6 0,16%	94 2,89%	107 2,68%	9 0,58%	0%	1 0,07%	0%	6 0,14%	223 1,15%
Lariné indéterminé	15 0,40%	8 0,25%	39 0,98%	1 0,06%	1 0,30%	3 0,22%	4 0,43%	21 0,50%	92 0,47%
petit Lariné indéterminé	26 0,69%	29 0,89%	41 1,03%	2 0,13%	0%	16 1,19%	0%	23 0,54%	137 0,70%
Sous-total Larinés	**1479**	**510**	**1151**	**119**	**74**	**892**	**685**	**2178**	**7 088**
Sterne arctique / Sterne pierregarin	3 0,08%	0%	0%	40 2,57%	37 11,08%	111 8,23%	12 1,28%	6 0,14%	209 1,08%
Sterne caugek	9 0,24%	5 0,15%	8 0,20%	104 6,69%	137 41,02%	99 7,34%	63 6,75%	31 0,73%	456 2,35%
Sterne indéterminée	2 0,05%	0%	0%	40 2,57%	37 11,08%	111 8,23%	12 1,28%	6 0,14%	49 0,25%
Sous-total Sternidés	**14**	**5**	**8**	**171**	**178**	**221**	**77**	**40**	**714**
Laridé indéterminé	5 0,13%	0%	4 0,10%	0%	0%	0%	0%	1 0,02%	10 0,05%
Sous-total Laridés	**1498**	**515**	**1163**	**290**	**252**	**1113**	**762**	**2219**	**7 812**
Alcidé sp.	3 0,08%	29 0,89%	37 0,93%	15 0,97%	0%	0%	0%	2 0,05%	86 0,44%
Guillemot de Troïl	16 0,42%	1446 44,48%	1233 30,88%	349 22,46%	1 0,30%	4 0,30%	0%	5 0,12%	3 054 15,71%
Guillemot de Troïl / Pingouin torda	0%	529 16,27%	567 14,20%	281 18,08%	1 0,30%	0%	0%	1 0,02%	1379 7,09%

version post-RST

Espèces	06/10/2023	15/12/2023	04/02/2024	10/04/2024	25/05/2024	25/06/2024	03/08/2024	19/09/2024	Total par espèce
Saison	Postnuptiale	Hivernage		Prénuptiale	Reproduction			Postnuptiale	
Macareux moine	0%	4 0,12%	3 0,08%	0%	1 0,30%	0%	0%	1 0,02%	9 0,05%
Pingouin torda	8 0,21%	309 9,51%	142 3,56%	35 2,25%	0%	0%	0%	0%	494 2,54%
Sous-total Alcidés	**27**	**2317**	**1982**	**680**	**3**	**4**	**0**	**9**	**5 022**
Océanite tempête	1 254 33,17%	0%	0%	0%	0%	0%	37 3,96%	1 337 31,50%	2 628 13,52%
Océanite indéterminée	2 0,05%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2 0,01%
Sous-total Hydrobatidés	**1256**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**37**	**1337**	**2 630**
Fou de Bassan	343 9,07%	48 1,48%	522 13,07%	49 3,15%	47 14,07%	150 11,13%	22 2,36%	137 3,23%	1 318 6,78%
Sous-total Sulidés	**343**	**48**	**522**	**49**	**47**	**150**	**22**	**137**	**1 318**
Puffin cendré	2 0,05%	0%	0%	0%	0%	0%	2 0,21%	100 2,36%	104 0,54%
Puffin cendré / Puffin majeur	36 0,95%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	49 1,15%	85 0,44%
Puffin des Anglais	61 1,61%	0%	0%	3 0,19%	0%	0%	3 0,32%	35 0,82%	102 0,52%
Puffin des Baléares	429 11,35%	0%	0%	0%	3 0,90%	63 4,67%	86 9,21%	198 4,66%	779 4,01%
Puffin fuligineux	1 0,03%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1 0,01%
Puffin majeur	4 0,11%	0%	0%	0%	0%	0%	1 0,11%	27 0,64%	32 0,16%
Puffin indéterminé	77 2,04%	2 0,06%	0%	0%	3 0,90%	1 0,07%	19 2,03%	102 2,40%	204 1,05%
Sous-total Procellariidés	**610**	**2**	**0**	**3**	**6**	**64**	**111**	**511**	**1307**
Bernache cravant	0%	63 1,94%	108 2,71%	0%	0%	0%	0%	0%	171 0,88%
Macreuse noire	0%	246 7,57%	82 2,05%	508 32,69%		0%	0%	0%	836 4,30%
Tadorne de Belon	0%	0%	0%	0%	7 2,10%	0%	0%	0%	7 0,04%
Canard indéterminé	0%	4 0,12%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4 0,02%
Sous-total Anatidés	**0**	**313**	**190**	**508**	**7**	**0**	**0**	**0**	**1018**
Cormoran huppé	3 0,08%	6 0,19%	19 0,48%	14 0,90%	2 0,60%	0%	0%	1 0,02%	45 0,23%

ersion post-RST

Espèces	06/10/2023	15/12/2023	04/02/2024	10/04/2024	25/05/2024	25/06/2024	03/08/2024	19/09/2024	Total par espèce
Saison	Postnuptiale	Hivernage		Prénuptiale	Reproduction			Postnuptiale	
Grand Cormoran	1 0,03%	7 0,22%	1 0,03%	2 0,13%	1 0,30%	0%	0%	15 0,35%	27 0,14%
Cormoran indéterminé	25 0,66%	2 0,06%	1 0,03%	1 0,06%	0%	10 0,74%	0%	0%	39 0,20%
Sous-total Phalacrocoracidés	**29**	**15**	**21**	**17**	**3**	**10**	**0**	**16**	**111**
Plongeon arctique	1 0,03%	4 0,12%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5 0,03%
Plongeon catmarin	1 0,03%	17 0,52%	2 0,05%	0%	0%	0%	0%	0%	20 0,10%
Plongeon imbrin	0%	6 0,19%	0%	0%	1 0,30%	0%	0%	0%	7 0,04%
Plongeon indéterminé	1 0,03%	6 0,19%	1 0,03%	0%	0%	0%	0%	0%	8 0,04%
Sous-total Gaviidés	**3**	**33**	**3**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**40**
Limicole indéterminé	0%	0%	0%	0%	14 4,19%	0%	0%	2 0,05%	16 0,08%
Sous-total Limicoles	**0**	**0**	**0**	**0**	**14**	**0**	**0**	**2**	**16**
Labbe parasite	4 0,11%	0%	0%	0%	0%	1 0,07%	0%	0%	5 0,03%
Labbe indéterminé	4 0,11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4 0,02%
Sous-total Stercorariidés	**8**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**9**
Grèbe huppé	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2 0,05%	2 0,01%
Sous-total Podicipédidés	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**2**
Héron cendré	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2 0,05%	2 0,01%
Sous-total Ardéidés	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**2**
Faucon crécerelle	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2 0,05%	2 0,01%
Sous-total rapaces	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**2**
Martinet noir	0%	0%	0%	0%	0%	2 0,15%	0%	0%	2 0,01%
Alcidé / Puffin indéterminé	0%	0%	0%	0%	0%	1 0,07%	0%	0%	1 0,01%
Fulmar / Goéland	0%	0%	1 0,03%	0%	1 0,30%	0%	0%	1 0,02%	3 0,02%

ersion post_RST

Espèces	06/10/2023	15/12/2023	04/02/2024	10/04/2024	25/05/2024	25/06/2024	03/08/2024	19/09/2024	Total par espèce
Saison	Postnuptiale	Hivernage		Prénuptiale	Reproduction			Postnuptiale	
Oiseau indéterminé	7 0,19%	8 0,25%	111 2,78%	7 0,45%	0%	3 0,22%	2 0,21%	7 0,17%	145 0,75%
Sous-total autres oiseaux	**7**	**8**	**112**	**7**	**1**	**6**	**2**	**8**	**151**
Total général	**3781**	**3251**	**3993**	**1554**	**334**	**1348**	**934**	**4245**	**19 440**

4.1.1.2 Effectifs cumulés par espèce ou groupe d'espèces

4.1.1.2.1. Pendant la phase d'exploitation

Pendant cette première année de la phase d'exploitation, les Larinés et les Alcidés sont les deux groupes d'espèces les plus observés lors des suivis aériens digitaux, représentant respectivement 37% et 26% des effectifs. Les effectifs de Larinés, constitués d'espèces nicheuses locales, sont largement majoritaires de mai à novembre pendant la période de reproduction et de dispersion des jeunes, les individus des populations d'Europe du Nord renforcent ces effectifs lors de la période de migration post nuptiale et en hiver. En hiver et au printemps, ce sont les Alcidés qui prédominent les effectifs. Particulièrement le Guillemot de Troïl qui représente à lui tout seul plus de 60% des effectifs d'Alcidés. Les Alcidés se reproduisent plus au nord de la zone d'étude, il utilise celle-ci en période d'hivernage. Ils sont souvent trouvés en radeaux de plusieurs individus posés sur l'eau.

Le troisième groupe d'oiseaux avec le plus d'effectif lors de la première année de la phase d'exploitation est celui des Hydrobatidés largement prédominés (98%) par les Océanites tempêtes. Ce nombre élevé est dû à de nombreuses observations avec des grands groupes (Tableau 15) d'Océanites tempêtes lors de la période de migration. Les Hydrobatidés ne représente que 2,1% des observations.

Peu de Fou de Bassan ont été observé pendant cette première année d'exploitation. Ils représentent seulement 6% des effectifs sur l'année. La proportion de leurs effectifs au cours des quatre périodes biologiques varie de 3,2% à 8,4% des effectifs totaux.

Les trois derniers groupes avec des effectifs supérieur à 3% sont les Procellariidés, les anatidés et les Sternidés. Les Procellariidés sont essentiellement présent en été et en automne, avec une prédominance des Puffins des Baléares (60% des observations de Procellariidés). Les Sternidés sont essentiellement présent au printemps et en automne, avec une présence annuelle et majoritaire de Sterne caugek (64%)

4.1.1.2.2. Comparaison avec l'état de référence

Les méthodes de suivis environnementaux différents entre l'état de référence (suivis nautique) et la phase d'exploitation (suivi aérien digitaux), a pour conséquence des probabilités de détections différentes. Cette analyse comparative est descriptive et préliminaire puisqu'une deuxième puis une troisième année de suivi sont programmées.

Lors de l'état de référence les Larinés étaient la famille prédominant les effectifs. Pour ces espèces, la différence de probabilité de détection est faible entre les deux méthodologies de suivis. Les Sulidés représentaient une plus forte proportion des effectifs lors de l'état de référence que pendant la première année d'exploitation (23% vs 7%). Cette espèce a été fortement impactée par l'épidémie de grippe aviaire qui a touché l'Europe en 2022. Un déclin entre 25% et 45% des colonies reproductrices du nord de l'Europe a été mesuré en 2023.

Version post-RST

Les proportions d'Alcidés observés par saisons lors de l'état de référence sont généralement inférieures à celles observées lors de la première année de la phase d'exploitation. Cela peut s'expliquer par le fait que les alcidés sont majoritairement observés posés et leur détection est donc plus facile par expertise aérienne digitale (phase d'exploitation) que par expertise aérienne nautique (état de référence).

Les Hydrobatidés représentaient moins d'un pourcent des effectifs de l'état de référence et ils n'ont été détectés qu'en automne. La différence avec les données de la première année d'exploitation est surement dû au fait que le jour du suivi en phase d'exploitation a eu lieu lors d'un pic de migration de l'espèce.

Figure 13 : Répartition des effectifs totaux par famille des oiseaux observés lors de l'état de référence 2019/2020 et lors de la première année de la phase d'exploitation – Grands transects (bateau pour l'EDR et avion digital pour la phase d'exploitation). Seules les familles avec au moins une détection sont indiquées. « n= » nombres de suivis.

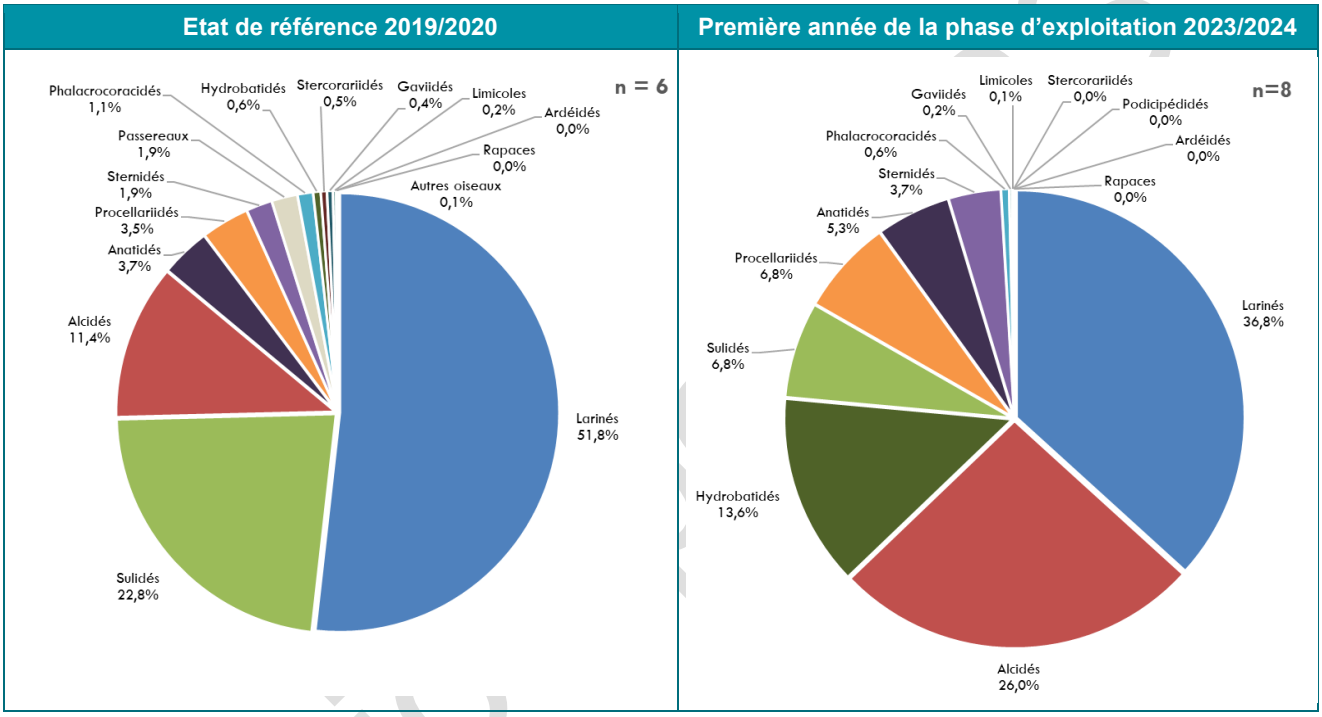
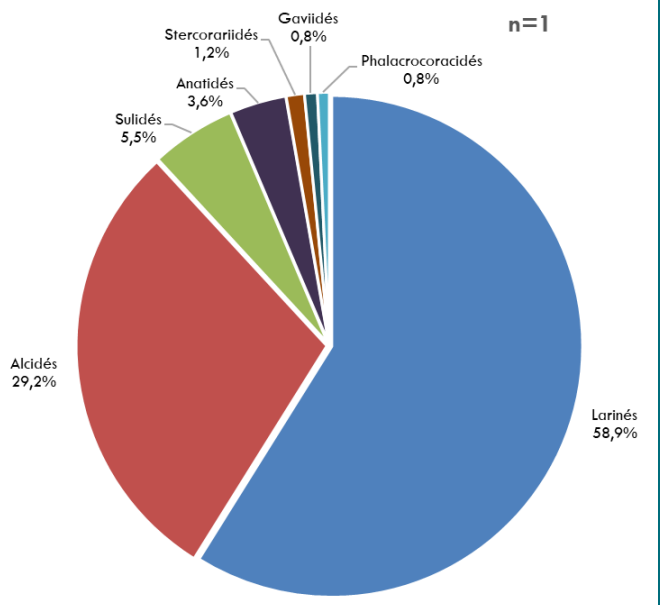
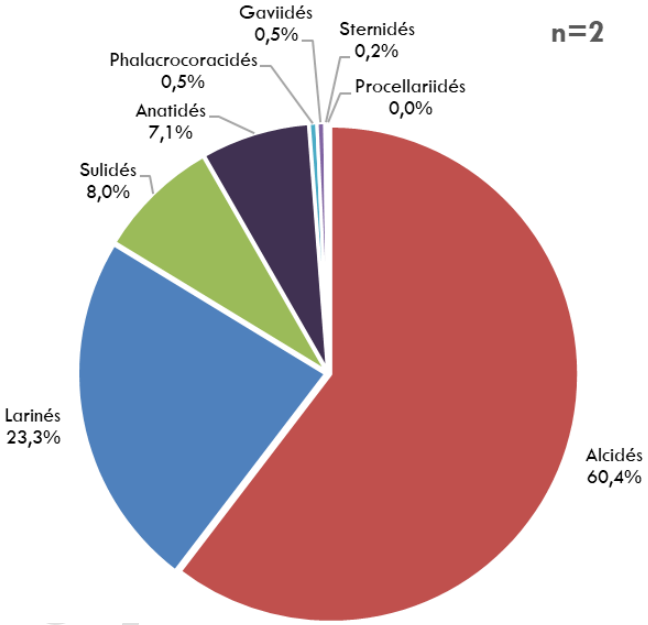
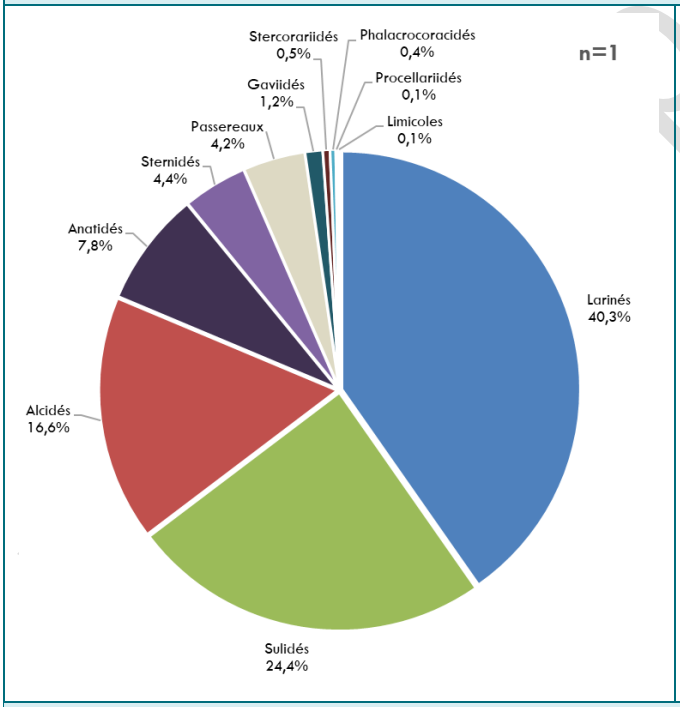
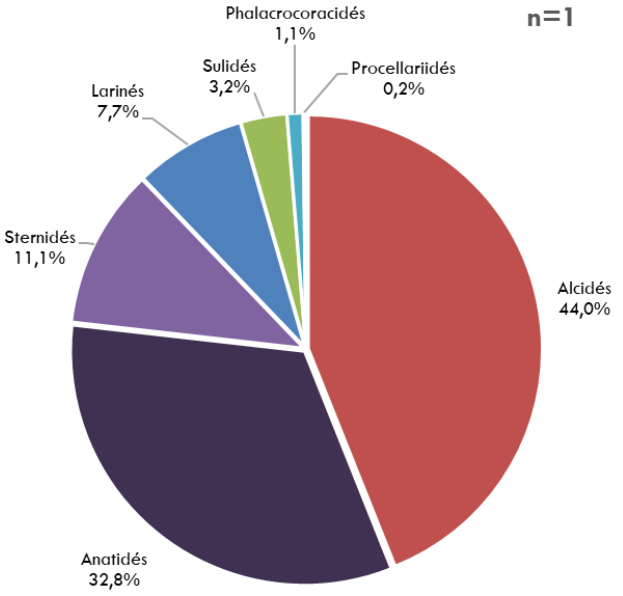
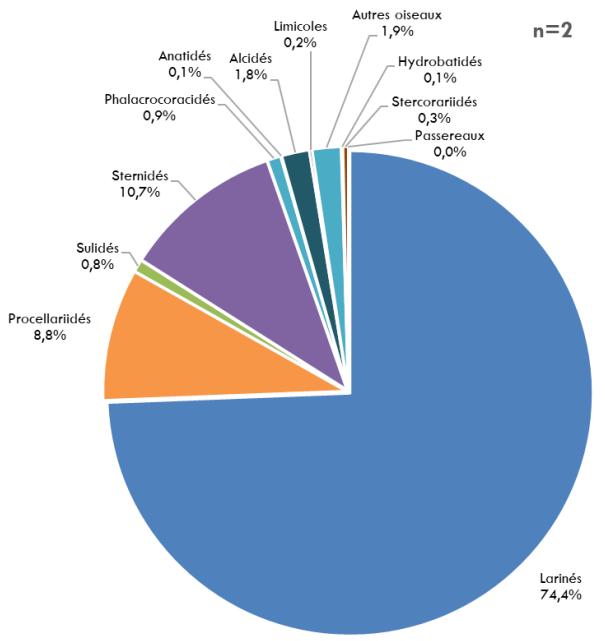
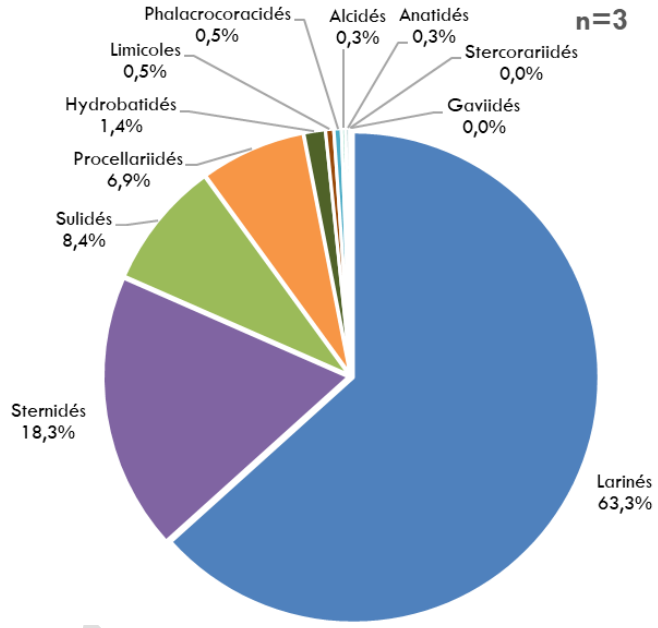
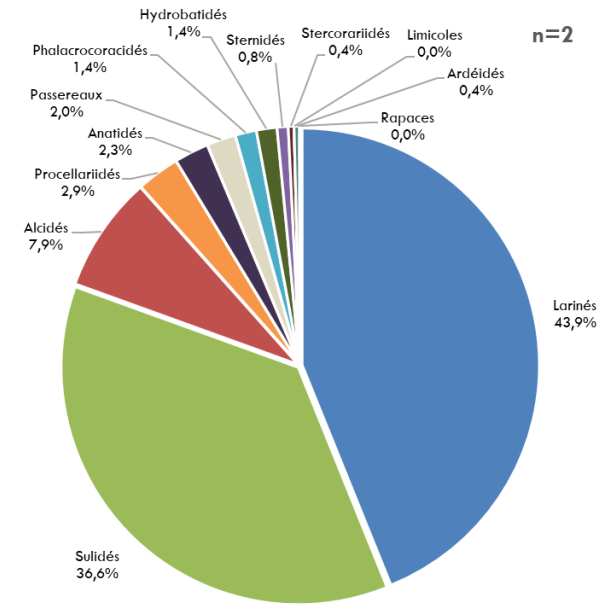
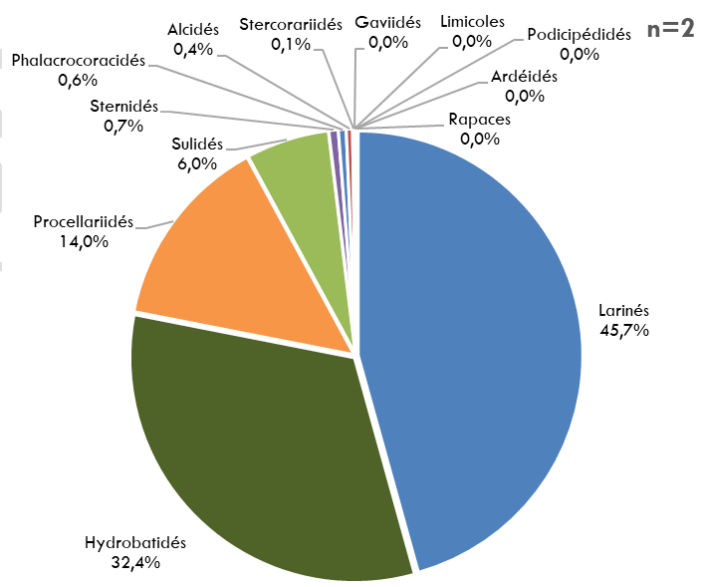


Figure 14 : Répartition des effectifs moyens par saison et par famille des oiseaux observés lors de l'état de référence 2019/2020 et lors de la première année de la phase d'exploitation – Grands transects (bateau pour l'EDR et avion digital pour la phase d'exploitation). Seules les familles avec au moins une détection sont indiquées. « n= » indique le nombre de suivis par saison. « n= » nombres de suivis.

Version draft

Etat de référence 2019/2020	Première année de la phase d'exploitation 2023/2024
Hivernage (migrateurs) / Hors reproduction (locaux)	
	
Migration prénuptiale (migrateurs) / début reproduction (locaux)	
	
Reproduction	

Etat de référence 2019/2020	Première année de la phase d'exploitation 2023/2024
	
Migration postnuptiale (migrateurs) / Hors reproduction (locaux)	
	

4.1.1.3 Taille des groupes observés

Le tableau ci-dessous présente une synthèse des tailles des groupes pour les principales espèces observées. En fonction des espèces, la taille des groupes varie énormément, de 1 à 149 individus pour l'Océanite tempête, de 1 à 141 individus pour le Goéland argenté, de 1 à 93 individus pour le Puffin des Baléares ou de 1 à 36 individus pour le Fou de Bassan par exemple (Tableau 15).

Une seul Puffin fuligineux a été observé lors des survols, il n'apparait donc pas dans le tableau suivant. Les 5 Labbes parasites, les 4 labbes indéterminés, les 2 Grèbes huppés et les 2 Faucons crécerelles ont été observés seuls. Les deux Martinets noirs et les deux Hérons cendrés ont été observés respectivement dans un même groupe. Pour deux espèces en particulier l'océanite tempête et la

Bernache cravant il y a une différence de taille des groupes intersaison importante ; l'écart type de la taille des groupes est supérieur à 20, alors qu'il est inférieur à 10 pour toutes les autres espèces.

Tableau 15. Tableau de synthèse de la taille des groupes des observations collectées lors des suivis aériens digitaux de la première année de la phase d'exploitation.

Espèces	Nombre d'observations	Taille min des groupes	Taille moyenne des groupes	Taille max des groupes	Ecart-type
Larinés					
Goéland argenté	1268	1	2,55	141	8,71
Goéland brun	811	1	1,53	38	2,25
Goéland cendré	81	1	1,16	8	0,81
Goéland marin	298	1	1,58	29	2,70
Goéland argenté / Goéland cendré	11	1	1,09	2	0,30
Goéland brun / Goéland marin	17	1	1,18	3	0,53
Goéland indéterminé	595	1	2,26	41	4,53
Mouette de Sabine	15	1	1,33	5	1,05
Mouette mélanocéphale	44	1	1,14	3	0,41
Mouette pygmée	25	1	1,12	3	0,44
Mouette rieuse	66	1	1,79	11	1,97
Mouette tridactyle	200	1	1,12	5	0,50
Lariné indéterminé	65	1	1,42	10	1,31
petit Lariné indéterminé	101	1	1,36	13	1,33
Sternidés					
Sterne caugek	325	1	1,40	29	2,23
Sterne arctique / Sterne pierregarin	146	1	1,43	11	1,38
Sterne indéterminée	34	1	1,44	8	1,31
Autres Laridés					
Laridé indéterminé	9	1	1,11	2	0,33
Alcidés					
Alcidé sp.	74	1	1,16	4	0,47
Guillemot de Troïl	2028	1	1,51	10	1,10
Guillemot de Troïl / Pingouin torda	1085	1	1,27	7	0,72
Macareux moine	8	1	1,13	2	0,35
Pingouin torda	316	1	1,56	9	1,20

version post-RST

Espèces	Nombre d'observations	Taille min des groupes	Taille moyenne des groupes	Taille max des groupes	Ecart-type
Hydrobatidés					
Océanite tempête	218	1	12,06	149	22,16
Océanite indéterminée	2	1	1,00	1	0,00
Sulidés					
Fou de Bassan	797	1	1,65	36	2,39
Procellariidés					
Puffin cendré	71	1	1,46	6	1,03
Puffin cendré / Puffin majeur	36	1	2,36	33	5,32
Puffin des Baléares	205	1	3,80	93	9,82
Puffin des Anglais	34	1	3,00	17	4,16
Puffin majeur	8	1	4,00	9	2,93
Puffin indéterminé	79	1	2,58	30	4,25
Anatidés					
Bernache cravant	6	1	28,50	100	36,59
Macreuse noire	83	1	10,07	87	14,49
Tadorne de Belon	5	1	1,40	2	0,55
Canard indéterminé	1	4	4,00	4	
Phalacrocoracidés					
Cormoran huppé	15	1	3,00	16	4,91
Grand cormoran	9	1	3,00	9	3,12
Cormoran indéterminé	6	1	6,50	24	9,27
Gaviidés					
Plongeon arctique	4	1	1,25	2	0,5
Plongeon catmarin	20	1	1,00	1	0,00
Plongeon imbrin	2	1	3,50	6	3,54
Plongeon indéterminé	8	1	1,00	1	0,00
Limicoles					
Limicole indéterminé	5	1	3,20	8	2,95

4.1.1.4 Synthèse des taux d'indentification par famille lors de la première année de la phase d'exploitation

Le taux d'identification à la famille, sous-famille, ou sous-groupe (en fonction du niveau d'identification possible) est estimé en divisant le nombre d'individus identifiés à l'espèce dans la famille, sous-famille ou sous-groupe par le nombre total d'individus pour cette famille, sous-famille, ou sous-groupe. Les observations indéterminées inter famille sont également prises en compte dans le calcul du taux d'identification par famille : par exemple les observations petit Lariné indéterminé sont prises en compte dans le calcul du taux d'identification des mouettes et de celui des goélands.

Des valeurs de référence ont également été calculées à partir des observations collectées sur l'ensemble des projets français conduits par Biotope (projets de suivis de l'avifaune marine sur les parcs éolien d'Yeu Noirmoutier, Dieppe Le Treport, Saint Brieuc, l'AO4, Fécamp, AO6, sur les ZPS de Bourngeuf et Yeu…). Pour 2 groupes, le taux d'identification de référence diffère significativement de celui obtenu sur ce projet. Les taux d'identification des Mouettes et des Phalacrocoracidés sont plus faibles (64,8% et 69,9% respectivement) sur ce projet par rapport aux taux de référence (91,1% et 90,5%). Pour les mouettes, cette différence s'explique par la plus grande diversité d'espèces dans cette famille sur la zone du projet par rapport aux autres zones d'études suivies en France. Concernant les Phalacrocoracidés, le nombre faible d'individus observés semble expliquer cette différence. En effet, les taux d'identification présentés pour les familles dont le nombres d'individus observés est faible ne sont pas forcément représentatifs (c'est également le cas pour les Podicipédidés, les Ardéidés, les rapaces et les limicoles).

Tableau 16. Taux d'identification moyen par sortie à l'espèce par famille, sous-famille ou sous-groupes des détections par avion digital lors de la première année de la phase d'exploitation et valeurs de référence calculées à partir des observations collectées sur l'ensemble des projets français.

Famille / Sous-famille / Sous-groupe	Valeurs Saint-Nazaire			Valeurs de référence	
	Moyenne (%)	SD	Effectif (N)	Valeur (%)	Effectif (N)
Goélands	81,06%	0,11	6659	78,77%	31 044
Mouettes	64,83%	0,18	678	91,15%	28 784
Larinés	76,39%	0,11	7088	88,50%	56 343
Sternidés	69,26%	0,18	724	62,35%	4 622
Sulidés	100,00%	0,00	1 318	100,00	8 001
Podicipédidés	100,00%		2	64,79%	213
Ardéidés	100,00%		2	16,00%	25
Rapaces	100,00%		2	98,48%	66
Hydrobatidés	99,95%	0,00	2 630	99,68%	3 716
Anatidés	99,68%	0,01	1 018	96,72%	7 846
Gaviidés	78,79%	0,16	40	81,77%	5 326
Procellariidés	67.78 %	0,35	1 310	53,61%	21 542
Alcidés	72,02%	0,11	5023	73,04%	57 892
Phalacrocoracidés	69,97%	0,44	111	90,51%	2 455
Stercorariidés	75,00%	0,35	9	72,88%	59
Limicoles	0,00%	0,00	16	24,28%	1 009
Total général	**79,30%**	**0,05**	**19 440**	**78,75%**	**169 911**

Version post-RST

4.1.2 Données générales lors des sessions petits transects 2023/2024

Le présent chapitre présente les principales informations générales concernant les données issues des expertises petits transects 2023/2024, notamment les observations par session d'expertise et par espèce, ainsi qu'une analyse générale des comportements observés.

4.1.2.1 Données générales par espèce et par sortie

Lors des 4 sessions petits transects réalisés entre décembre 2023 et novembre 2024, 2 041 oiseaux ont été notés sur 384 km parcourus

Tableau 17. Effectifs cumulés des oiseaux, et leurs proportions (%) associées, par expertises nautiques visuelles pendant la première année de la phase d'exploitation.

Espèces	15/12/2023	17/04/2024	19/07/2024	05/11/2024	Total par espèce
	Hivernage	Prénuptiale	Reproduction	Postnuptiale	
Goéland argenté	117 23,26%	22 7,24%	710 71,94%	55 22,27%	904 44,29%
Goéland brun	1 0,20%	0%	184 18,64%	2 0,81%	187 9,16%
Goéland cendré	4 0,80%	0%	0%	1 0,40%	5 0,25%
Goéland marin	80 15,90%	9 2,96%	31 3,14%	44 17,81%	164 8,04%
Goéland indéterminé	41 8,15%	3 0,99%	1 0,10%	15 6,07%	60 2,94%
Mouette mélanocéphale	2 0,40%	2 0,66%	0%	1 0,40%	5 0,25%
Mouette pygmée	1 0,20%	0%	0%	0%	1 0,05%
Mouette tridactyle	58 11,53%	0%	0%	1 0,40%	59 2,89%
Mouette indéterminée	1 0,20%	0%	0%	0%	1 0,05%
Sous-total Larinés	**305**	**36**	**926**	**119**	**1 386**
Sterne caugek	0%	0%	5 0,51%	0%	5 0,25%
Sterne pierregarin	0%	7 2,30%	0%	0%	7 0,34%
Sous-total Sternidés	**0**	**7**	**5**	**0**	**12**
Fou de Bassan	33	225	10	45	313

non post_RT

Espèces	15/12/2023	17/04/2024	19/07/2024	05/11/2024	Total par espèce
	Hivernage	Prénuptiale	Reproduction	Postnuptiale	
	6,56%	74,01%	1,01%	18,22%	15,34%
Sous-total Sulidés	**33**	**225**	**10**	**45**	**313**
Alcidé indéterminé	10 1,99%	4 1,32%	0%	4 1,62%	18 0,88%
Guillemot de Troïl	127 25,25%	30 9,87%	0%	12 4,86%	169 8,28%
Pingouin torda	7 1,39%	1 0,33%	0%	1 0,40%	9 0,44%
Sous-total Alcidés	**144**	**35**	**0**	**17**	**196**
Puffin des Anglais	0%	0%	16 1,62%	0%	16 0,78%
Puffin des Baléares	0%	0%	27 2,74%	0%	27 1,32%
Sous-total Procellariidés	**0**	**0**	**43**	**0**	**43**
Bernache cravant	17 3,38%	0%	0%	2 0,81%	19 0,93%
Canard pilet	0%	0%	0%	1 0,40%	1 0,05%
Canard siffleur	0%	0%	0%	1 0,40%	1 0,05%
Oie sp.	0%	0%	0%	13 5,26%	13 0,64%
Sous-total Anatidés	**17**	**0**	**0**	**17**	**34**
Passereaux	0%	0%	0%	28 11,34%	28 1,37%
Sous-total Passeraux	**0**	**0**	**0**	**28**	**28**
Cormoran huppé	2 0,40%	0%	2 0,20%	2 0,81%	6 0,29%
Grand Cormoran	0%	0%	0%	19 7,69%	19 0,93%
Sous-total Phalacrocoracidés	**2**	**0**	**2**	**21**	**25**
Océanite tempête	1 0,20%	0%	0%	0%	1 0,05%
Sous-total Hydrobatidés	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**
Plongeon arctique	1 0,20%	0%	0%	0%	1 0,05%
Sous-total Gavidés	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**
Courlis corlieu	0%	1 0,33%	0%	0%	1 0,05%
Sous-total Limicoles	**0**	**1**	**0**	**0**	**1**
Héron cendré	0%	0%	1 0,10%	0%	1 0,05%
Sous-total Ardéidés	**0**	**0**	**1**	**0**	**1**

Espèces	15/12/2023	17/04/2024	19/07/2024	05/11/2024	Total par espèce
	Hivernage	Prénuptiale	Reproduction	Postnuptiale	
Total par suivi	**503**	**304**	**987**	**247**	**2041**

4.1.2.2 Effectifs cumulés par espèce ou groupe d'espèces

4.1.2.2.1. Pendant la première année d'exploitation

En termes d'effectifs, les **Larinés** (toutes espèces confondues) représentent,68% des effectifs observés lors de la première année de la phase d'exploitation (Figure 15). Ils ont été observés au cours des 4 périodes biologiques, avec une très forte prédominance en période de reproduction ou ils représentent 94% des effectifs observés.

Les **Fous de Bassan** (Sulidés) représentent 15% des effectifs observés lors des suivis nautique pendant la première année d'exploitation. Leur présence a été majoritaire lors du suivi au mois d'avril, ou ils représentent 74% des effectifs observés et 55% des observations.

Les **Alcidés**, 10% des effectifs annuels, composés à 86% de Guillemots de Troïl, sont observés :

- Majoritairement pendant leur période d'hivernage, en hiver, où ils représentent 29% des effectifs et 44% des observations ;
- Un peu en période de migration pré nuptiale avant leur départ vers leurs sites de nidification, pour 11,5% des effectifs.

Les autres familles d'oiseaux observées sont :

- Des **Procellariidés** pour 2% des effectifs, dont 63% sont des Puffins des Baléares et 17% des Puffins des Anglais. Tous les individus ont été observés pendant le suivi du mois de juillet, lors de la période internuptiale ;
- Des **Anatidés**, pour 1,7% des effectifs, composé à 56% par des observations de Bernache cravant à la fin de l'automne, pendant leur période d'hivernage ;
- Des **Passereaux**, 1,4%, observés uniquement en période de migration postnuptiale avec 11% des effectifs de la sortie du 5 novembre 2024.

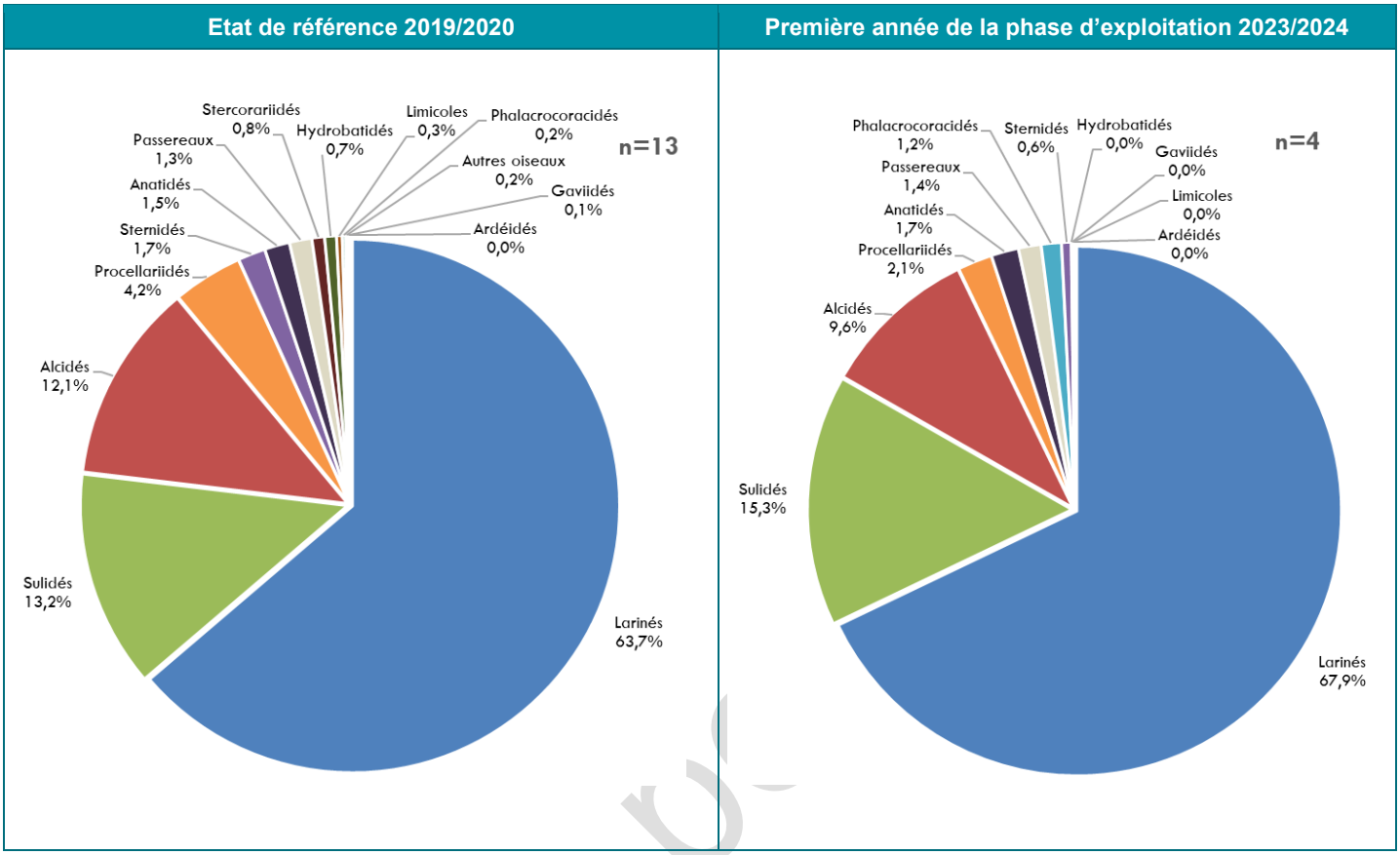
4.1.2.2.2. Comparaison avec l'état de référence

Cette analyse comparative est descriptive et préliminaire puisqu'une deuxième puis une troisième années de suivi sont en cours ou programmées.

Sur les suivis dans la zone du parc éolien, les proportions des effectifs observés lors de la première année d'exploitation sont similaires à ceux de l'état de référence, avec une prédominance des Larinés, Fou de Bassan et Alcidés. Les différences les plus notables dans la répartition des proportions des effectifs sont pendant les périodes de migration. Lors de ces période le nombre d'oiseaux en migration sur une zone défini varie fortement d'un jour à l'autre au grès du flux migratoire des espèces.

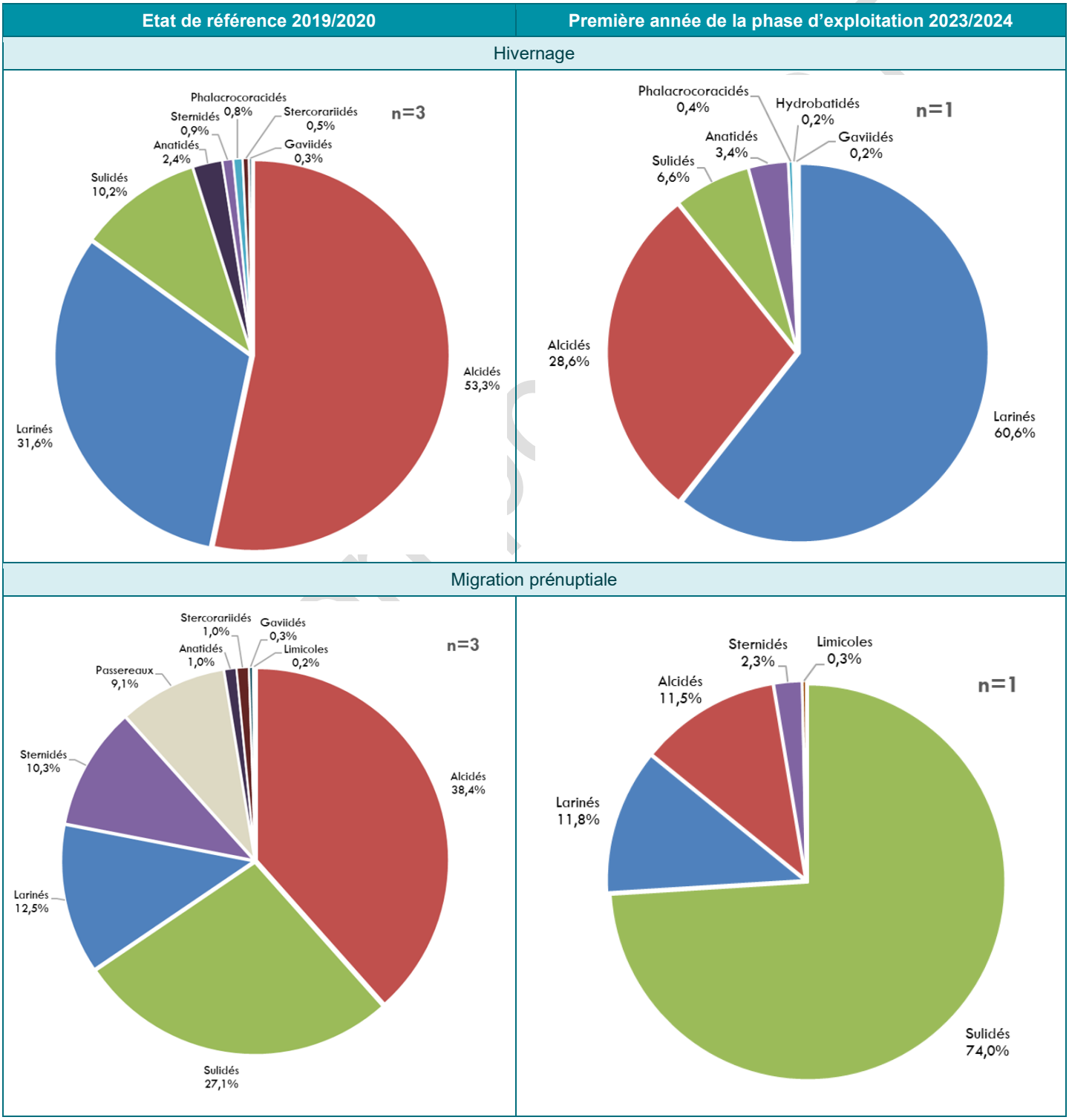
version post_RST

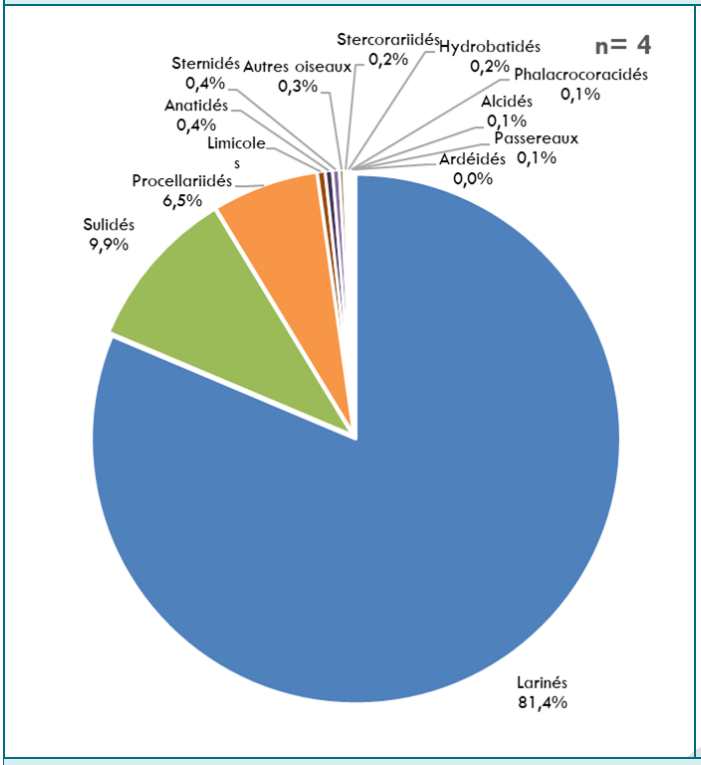
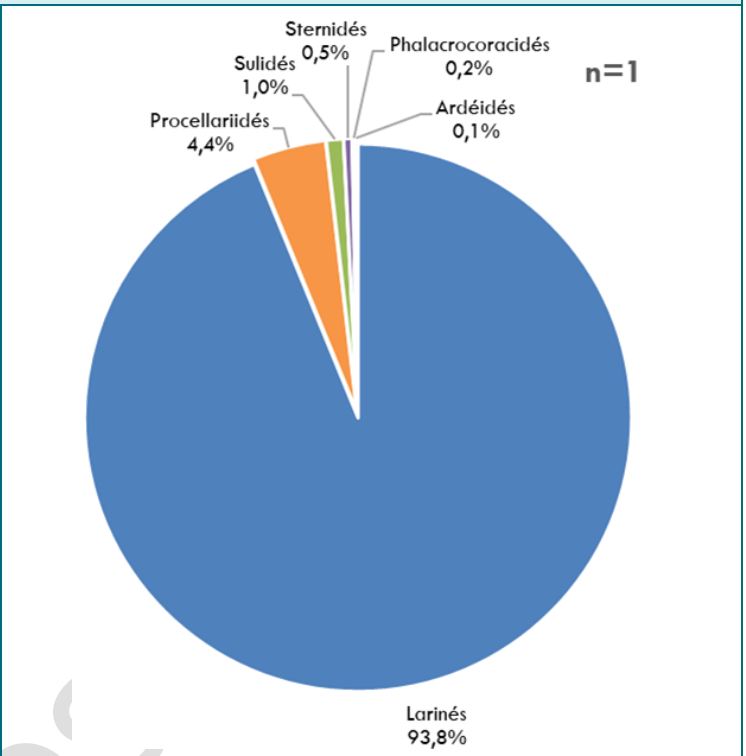
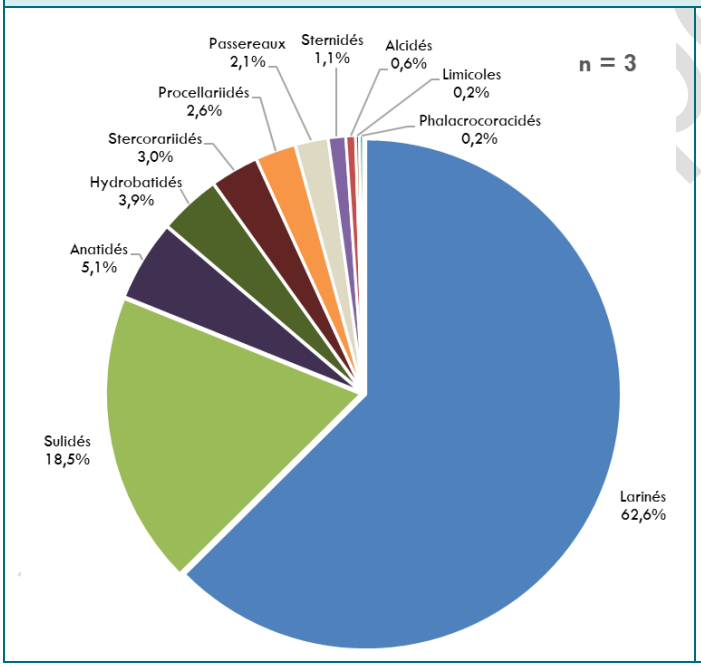
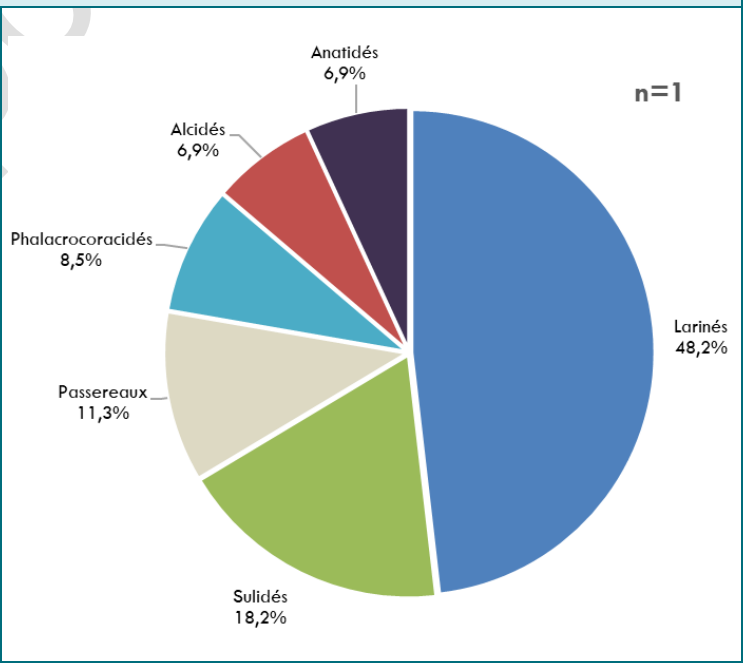
Figure 15 : Répartition des effectifs totaux par famille des oiseaux observés lors de l'état de référence 2019/2020 et lors de la première année de la phase d'exploitation – Petits transects (bateau pour l'EDR et la phase d'exploitation). Seules les familles avec au moins une détection sont indiquées. « n= » nombres de suivis.



Version p

Figure 16 : Répartition des effectifs moyens par saison et par famille des oiseaux observés lors de l'état de référence 2019/2020 et lors de la première année de la phase d'exploitation – Petits transects (bateau pour l'EDR et la phase d'exploitation). Seules les familles avec au moins une détection sont indiquées. « n= » nombres de suivis.



Etat de référence 2019/2020	Première année de la phase d'exploitation 2023/2024
Reproduction	
	
Migration postnuptiale	
	

4.1.2.3 Analyse des comportements

Une analyse synthétique (Figure 17) des comportements a été menée pour les principales espèces d'oiseaux marins observés (espèces dont plus de 15 individus ont été observés) lors des expertises nautiques.

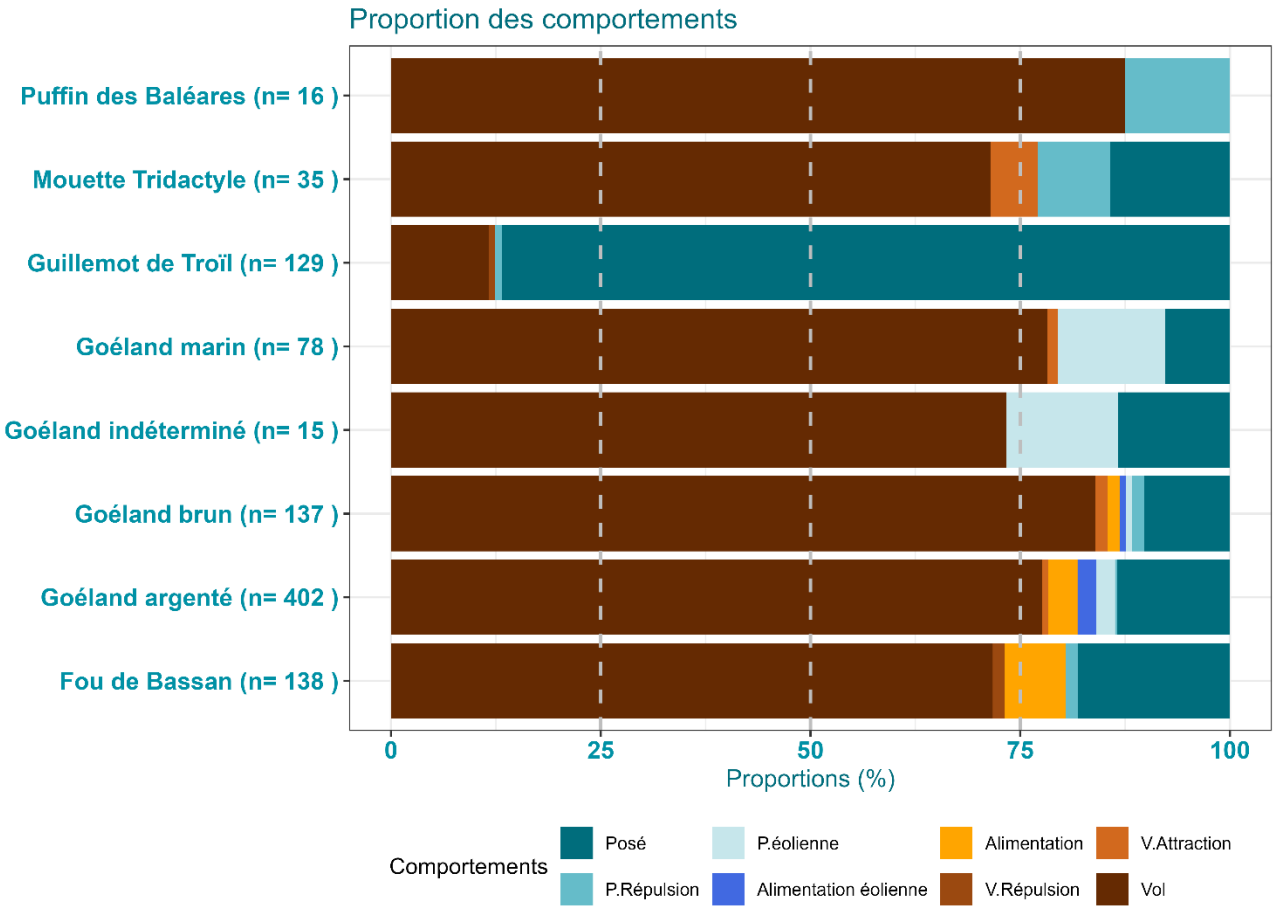


Figure 17 : Proportion d'oiseaux avec plus de 15 observations en recherche active d'alimentaire (chasse / pêche), posé sans comportements d'alimentation active (posé), posé au pied ou sur une éolienne (P. éolienne),posé mais avec un comportement de répulsion par rapport à un navire (P. Répulsion), en vol sans comportement alimentaire actif (Vol), en vol avec un comportement d'attraction vers un navire(V. Attraction), en vol avec un comportement d'évitement d'un navire (V. Répulsion), en alimentation active posé ou en vol (Alimentation), en alimentation active au pied d'une éolienne (Alimentation éolienne).

L'utilisation des éoliennes à des fins de repos ou d'alimentation a été observé que pour des goélands (bun et argenté).

A l'exception du Guillemot de Troïl, toutes les espèces avec plus de 15 observations étaient majoritairement en vol.

Cette analyse sera reprise pour chaque famille dans les chapitres suivants.

Version

5 Analyse comparative « Avifaune » - état de référence et phase d'exloitation

5.1 Information sur la structure des chapitres de comparaison entre phase de projet par espèce/groupe

5.1.1 Données générales

Un premier chapitre de données générales est produit. Il comprend, de façon succincte :

- La présentation du nombre d'espèces concernées et leur nom ;
- La présentation de photographies d'illustration.

5.1.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

Dans ce chapitre les données issues des expertises grands transects sont valorisées.

Les grands transects couvrent une zone élargie autour du parc éolien, ce qui permet de replacer l'importance de l'aire d'étude immédiate (i.e. la zone d'implantation du parc éolien) dans un contexte plus vaste. En effet, les oiseaux étant des animaux très mobiles, les zones géographiques exploitées sont vastes.

Les grands transects permettent de disposer d'une analyse par échantillonnage des activités et de la distribution des oiseaux au niveau d'une aire d'au moins 20 km autour du parc éolien en mer. La distance entre les grands transects implique que la finesse d'analyse est moindre qu'avec les données petits transects. Ils permettent une analyse relative de la distribution, des activités et des effectifs d'oiseaux en mer.

5.1.2.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations

Les données issues des expertises grands transects ont été exploitées pour faire ressortir les informations sures :

- La variabilité temporelle et spatiale de présence de l'espèce ou du groupe d'espèces étudié au cours d'une année (phénologie de présence pour la phase d'exploitation, c'est-à-dire les variations intra-annuelles) ;
- L'analyse des phénologies sera directement mise en relation avec les informations collectées sur la distribution géographique des observations.
- L'analyse des similitudes ou différences relatives entre les données collectées lors des campagnes 2019/2020 et 2023/2024, c'est-à-dire les variations interannuelles. *Attention, du fait de la différence de protocole entre les 2 années de suivis, les valeurs de densités ne seront pas comparées entre elles, seules les caractéristiques de la variabilité intra-annuelle seront comparées ainsi que la distribution des zones de fortes ou faibles densités.*

L'analyse de la distribution des observations est réalisée par saison biologique, ce qui est particulièrement important pour les espèces migratrices et/ou à forte variabilité de présence saisonnière.

Version post_RST

Afin de ne pas surcharger ce rapport, dans les chapitres ne sont présentées que les cartes pour l'état de référence et pour la première année de la phase d'exploitation. Toutes cartes ou figures apportant une information secondaire seront présentées en annexe.

5.1.2.2 Analyse After-Gradient

Pour les espèces décrites dans la section (3.3.2.5) avec suffisamment d'observations, les résultats (2 figures décrites en méthodologie) de l'analyse After-Gradient seront présentés.

5.1.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects

Cette section sera similaire à la précédente, mais avec une vision plus fine de l'utilisation de la zone rapprochée du parc par les espèces.

Comme pour les grands transects, une première comparaison des phénologies et des distributions sera faite entre l'état de référence et la première année de la phase d'exploitation.

5.1.4 Analyse des comportements

Un dernier chapitre présente les principales informations concernant les comportements des oiseaux observés lors des expertises (petits et grands transects). Les comportements suivants sont traités dans les analyses, de façon plus ou moins poussée selon la pertinence des données collectées.

5.1.4.1 Comportement et recherche alimentaire

Informations sur la proportion d'oiseaux notés en vol, suiveurs de bateaux de pêche ou posés.

Informations sur des points marquants (notamment observations ponctuelles exceptionnelles de grands rassemblements d'oiseaux suiveurs des bateaux de pêche ou passages migratoires marqués).

5.1.4.2 Comportement autour des éoliennes

Informations sur le nombre d'individus observés autour des éoliennes et de leurs comportements associés.

5.1.4.3 Analyse des hauteurs de vol et comparaison avec l'état de référence

Une description des hauteurs de vols observées lors de la phase d'exploitation ainsi qu'une comparaison statistique (par un t-test) avec celles de l'état de référence sera faite.

5.1.5 Synthèse

Une synthèse des principaux points marquants pour l'espèce ou la famille.

Version post_RST

5.2 Goélands

5.2.1 Espèces concernées

Ce groupe comporte 5 espèces observées sur l'ensemble de la zone étudiée :

- le Goéland argenté (nicheur local, hivernant, migrateur) ;
- le Goéland brun (nicheur local, hivernant, migrateur) ;
- le Goéland marin (nicheur local, hivernant) ;
- le Goéland cendré (migrateur, hivernant) ;
- le Goéland leucophée (nicheur façade atlantique, peu commun).



Figure 18 : Goéland marin (© Willy Raitière)



Figure 19 : Goéland brun (© Willy Raitière)



Figure 20 : Goélands argentés (© Willy Raitière)



Figure 21 : Goéland cendré (© Willy Raitière)

Tableau 18. Synthèse du nombre total de goélands observés sur l'ensemble des transects (grands et petits) et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024).

	2019/2020			2023/2024		
Espèces	Nombre d'individus	Présence annuelle	Pic de présence	Nombre d'individus	Présence annuelle	Pic de présence
Goéland argenté	2769	4 saisons	Juin	4 141	4 saisons	Juillet, septembre

	2019/2020			2023/2024		
Espèces	Nombre d'individus	Présence annuelle	Pic de présence	Nombre d'individus	Présence annuelle	Pic de présence
Goéland brun	363	4 saisons	Mai	1 428	4 saisons	Octobre
Goéland marin	1163	4 saisons	Juin Août	636	4 saisons	Septembre
Goéland cendré	22	Automne, hiver, printemps	Octobre	99	4 saisons	Décembre

Lors de la première année d'exploitation, tout comme pendant l'état de référence, les 3 espèces les plus communes de goélands (marin, brun, et argenté) ont été observées toute l'année dans la zone élargie du parc (Tableau 19, Tableau 21, Tableau 23).

5.2.1 Goéland argenté

5.2.1.1 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

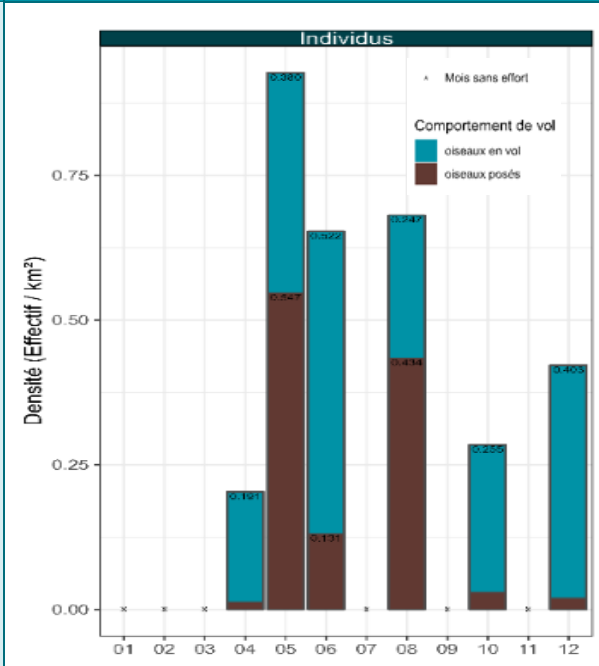
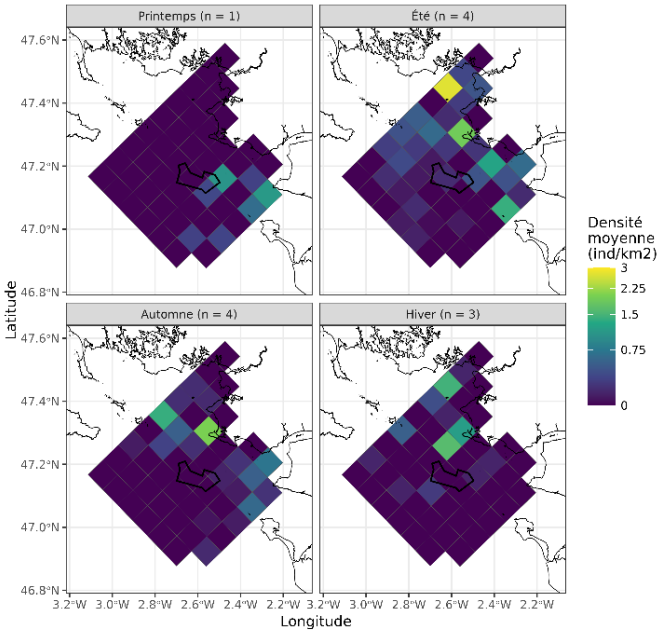
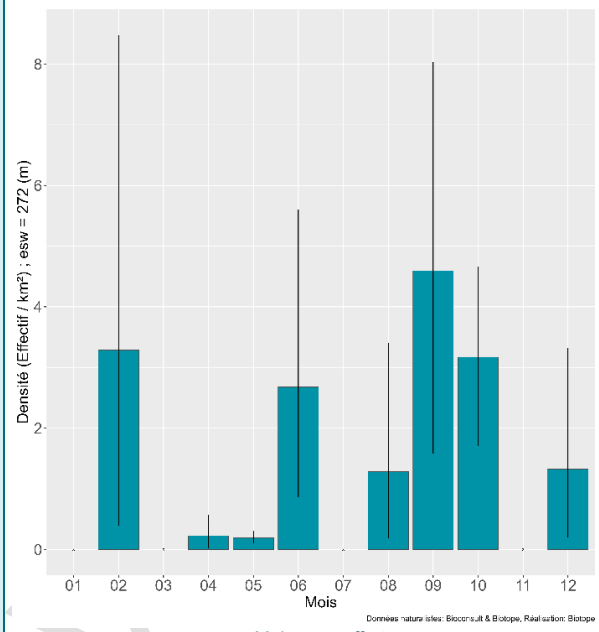
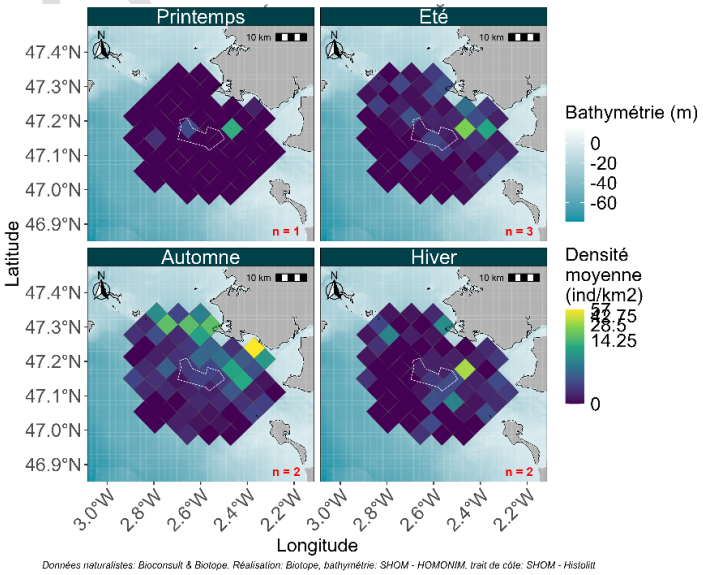
5.2.1.1.1. Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations

Pendant la première année d'exploitation, le pic de présence du Goéland argenté est observé en septembre. Ces individus sont composés des jeunes locaux de l'année et des individus migrateurs venant du nord de la zone d'étude (Tableau 19). Les Goélands argentés sont majoritairement observés à moins de 20 km des côtes lors de la première année d'exploitation. Les cartes de densités montrent les caractéristiques plutôt côtières de l'espèces en particulier à l'été et à l'automne, pendant la période de reproduction des individus nicheurs. Des concentrations plus importantes sont notées au niveau de la pointe du Croisic, au niveau des îlots de la Baule, ainsi que dans l'estuaire de la Loire et au niveau du plateau du Four : ces lieux de concentration sont habituels.

Les effectifs observés au printemps de la première année d'exploitation sont particulièrement faibles par rapport aux autres mois de l'année. Ce contraste intra-annuel n'a pas été observé pendant l'état de référence pendant lequel un pic d'observations avait été observé au printemps. Cette analyse comparative entre l'état de référence et la première année d'exploitation sera affinée avec les données des deuxième et troisième années d'exploitation.

Version_post_RST

Tableau 19. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland argenté selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). n = nombres de suivis par saison

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		
Exploitation (suivi aérien digital)		

5.2.1.1.2. Analyse After-Gradient

Les résultats de l'After-Gradient lors de la première année d'exploitation montre une diminution de la densité en s'éloignant du centre du parc. La comparaison avec la courbe d'effet de l''état de référence, semble confirmer l'effet d'attraction du parc pour ces espèces, car la courbe d'effet de l'état de référence indique au contraire, une augmentation de la densité en s'éloignant de la zone théorique du centre du parc. Il est possible que les goélands argentés soient attirés par la ressource alimentaire sur

les fondations. L'analyse des comportements pour cette espèce indique qu'une petite proportion des individus étaient posés près des éoliennes et en alimentation (Figure 27).

Cette analyse sera renforcée avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation.

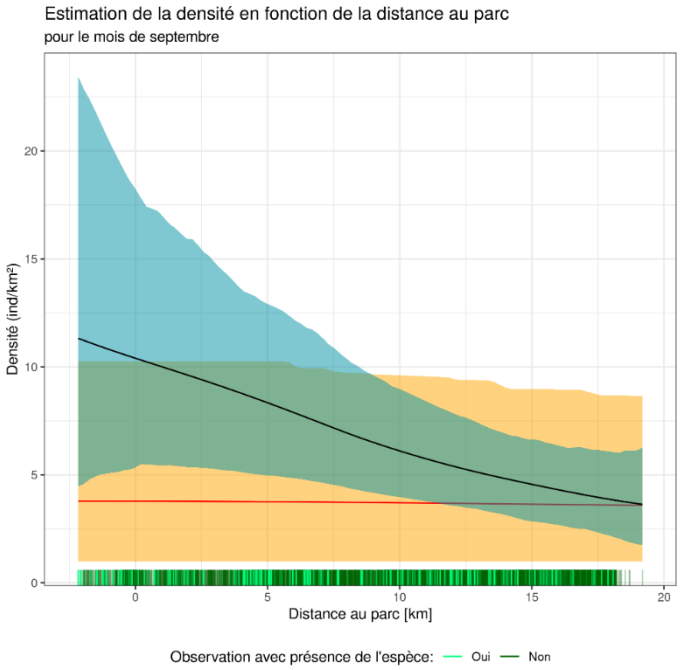


Figure 22 : Estimation de la densité en fonction de la distance au parc en exploitation pour le Goéland argenté en septembre, en utilisant la méthode After-Gradient avec une fonction de lissage représentée en bleue (intervalles de confiance à 95%) et noire (densité moyenne) et une fonction logistique représentée en jaune (intervalles de confiance à 95%) et rouge (densité moyenne). Sur l'axe des abscisses, des traits verticaux représentent les distances pour lesquelles il y a eu un effort d'échantillonnage sans observation de l'espèce (en vert) et avec présence de l'espèce (en turquoise).

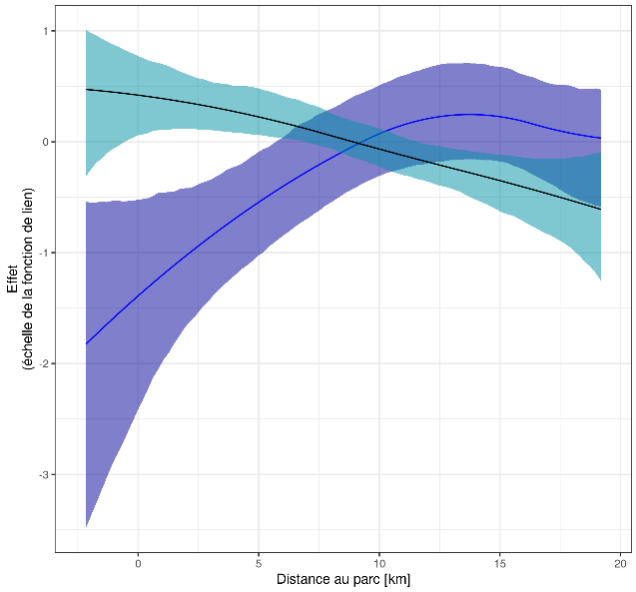


Figure 23 : Effet (échelle log) de la distance au parc sur la densité des Goélands argentés ajusté par une fonction de lissage sur les données de l'état de référence (courbe bleue -moyenne- et violette -

IC95%) et sur les données de la première année d'exploitation (courbe noire -moyenne- et turquoise - CI95%-).

5.2.1.2 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects

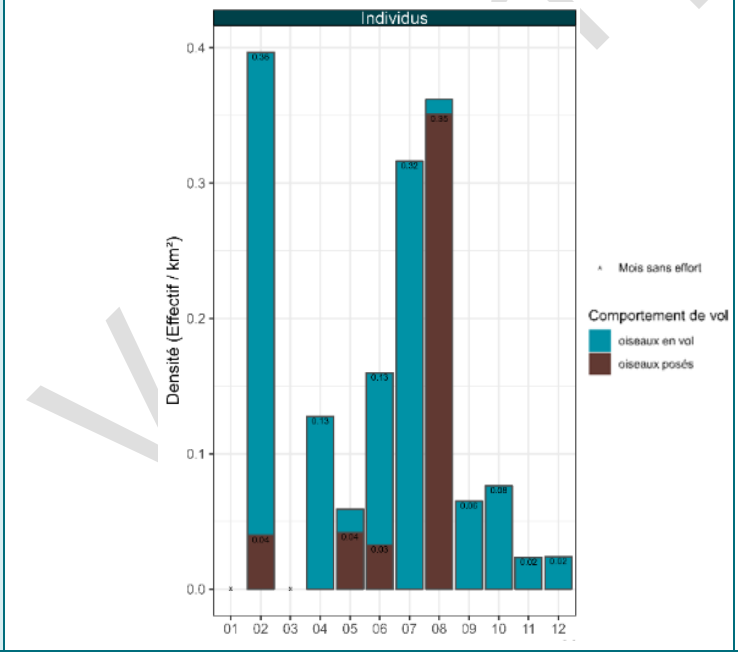
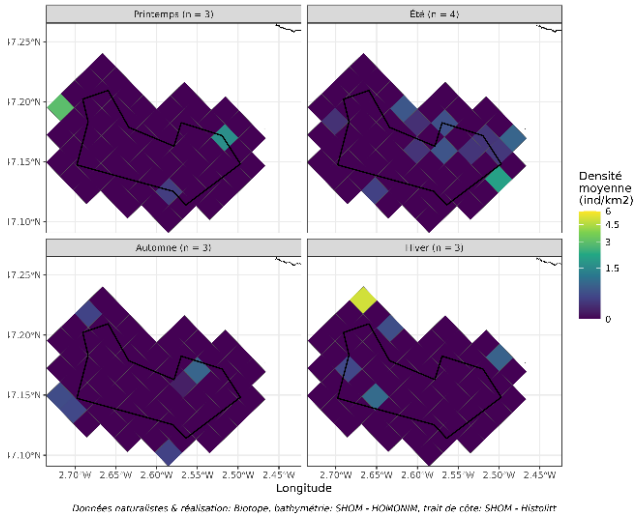
Les résultats des expertises 2023/2024 (suivis en phase d'exploitation) indiquent des observations de Goéland argenté lors des quatre suivis réalisés par bateau. Le nombre de sessions d'expertises petits transects lors de la phase d'exploitation (4) est inférieur au nombre de sessions de l'état de référence (12) ce qui ne permet pas de comparer directement des données mois par mois.

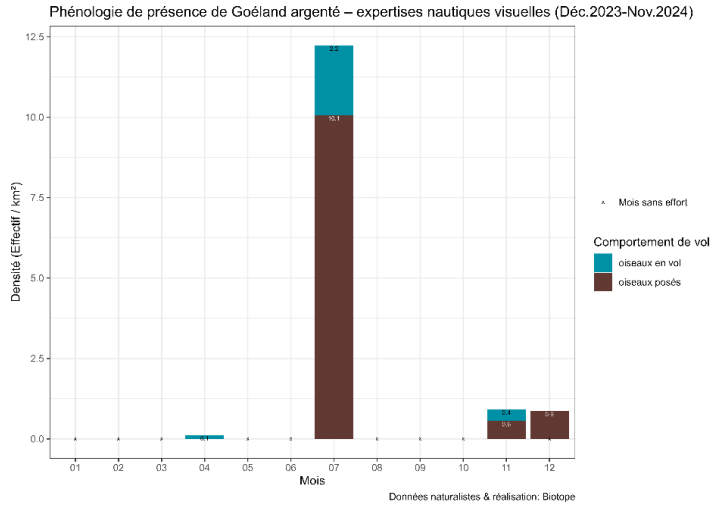
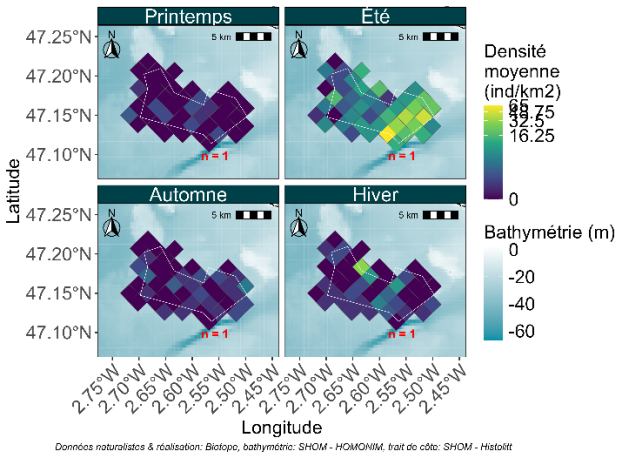
Il ressort pour le **Goéland argenté** (Tableau 20) un pic d'observation observé au mois de juillet avec une majorité d'oiseaux posés. L'effectif le plus faible a été observé lors du suivi du mois d'avril. Des individus ont été observés sur l'ensemble de la zone d'étude toute l'année, avec cependant une concentration plus importante en été au sud de la zone rapprochée, à l'extérieur du parc éolien, près de la zone du « grand trou ».

Lors de l'état de référence, les Goélands argentés ont été observés plus en périphérie de la zone du parc avec un pic de présente en été et en février (pas de suivi lors de la première année d'exploitation en février).

Cette analyse comparative entre l'état de référence et la première année d'exploitation sera affiné avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation.

Tableau 20. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland argenté selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		

	Phénologie	Distribution spatiale
Exploitation (suivi nautique)		

5.2.1.3 Synthèse Goéland argenté

Sur l'ensemble des suivis (grands et petits transects), on note une présence particulièrement faible au printemps de la première année d'exploitation. Cette faible présence contraste avec les observations de l'état de référence sur les deux types de suivis.

5.2.2 Goéland brun

5.2.2.1 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

5.2.2.1.1. Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations – grands transects

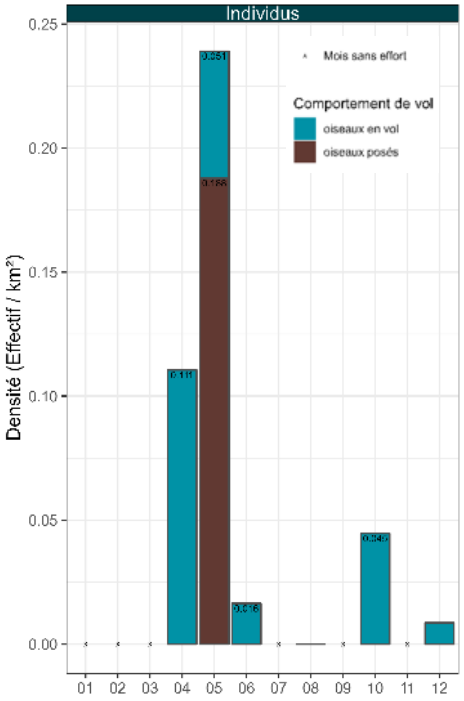
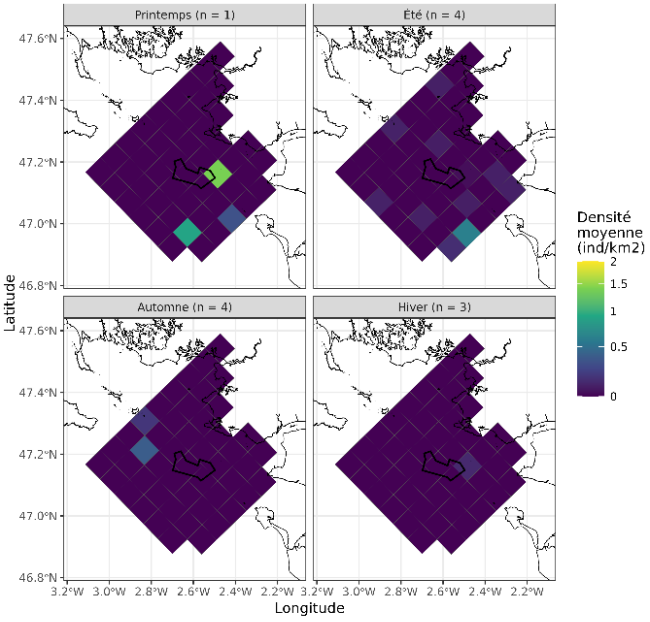
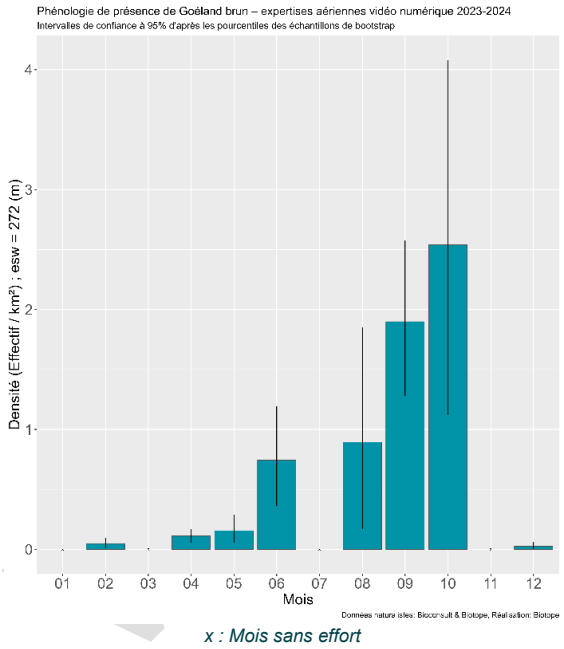
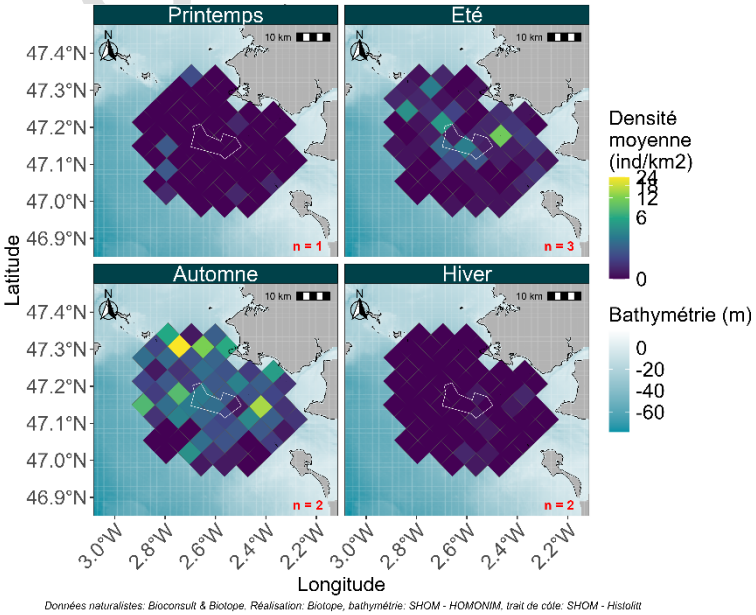
Pendant la première année d'exploitation, le pic de présence du Goéland brun est observé en octobre pendant la période de dispersion des jeunes et de migration postnuptiale pour les individus non locaux : (Tableau 21). On constate une fréquentation de l'ensemble de l'aire d'étude élargie par cette espèce, avec une distribution plus dense dans la partie côtière du parc en été et en automne pendant la période de reproduction.

Lors de l'état de référence, le pic d'observation des effectifs été au printemps et la densité plus forte d'observation à l'est du parc n'était pas particulièrement marquée.

Cette analyse comparative entre l'état de référence et la première année d'exploitation sera affinée avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation.

Version post-R

Tableau 21. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland brun selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		
Exploitation (suivi aérien digital)		

5.2.2.1.2. Analyse After-Gradient

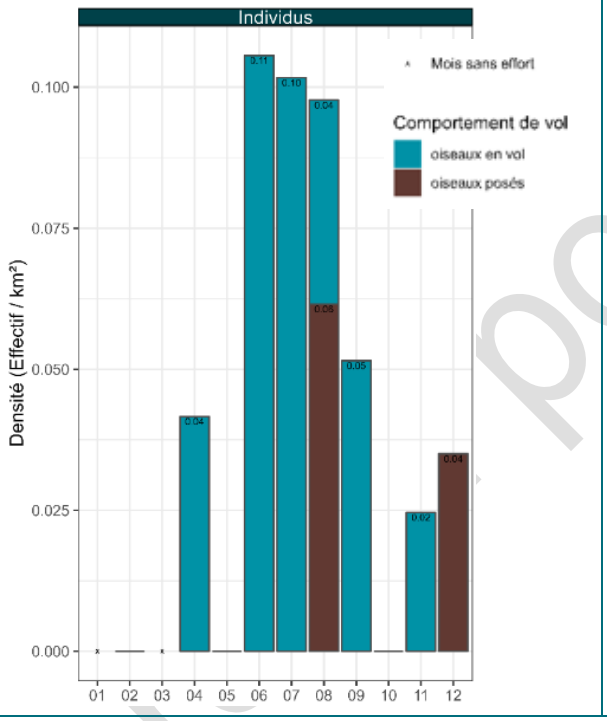
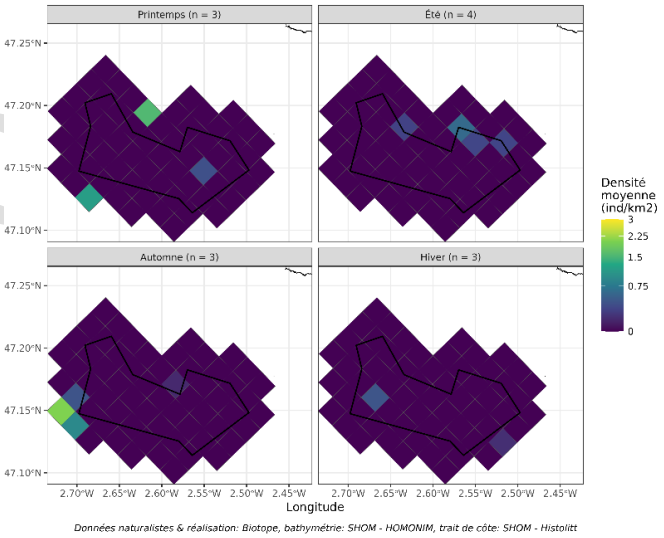
Un petit nombre d'individus (0,10%) ont été identifié comme étant soit du Goéland brun, soit du Goéland marin. Ces deux espèces ayant des écologies similaires, nous avons donc regroupé dans un même groupe les Goéland marin, Goéland brun et Goéland brun/marin pour cette analyse After-

Gradient. Les résultats sont présentés dans la section Goéland marin et ce groupe pourra être séparé à l'espèce avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation.

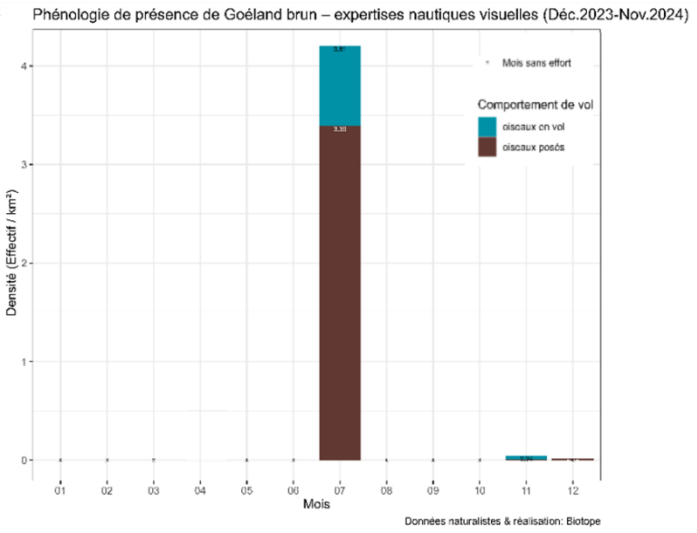
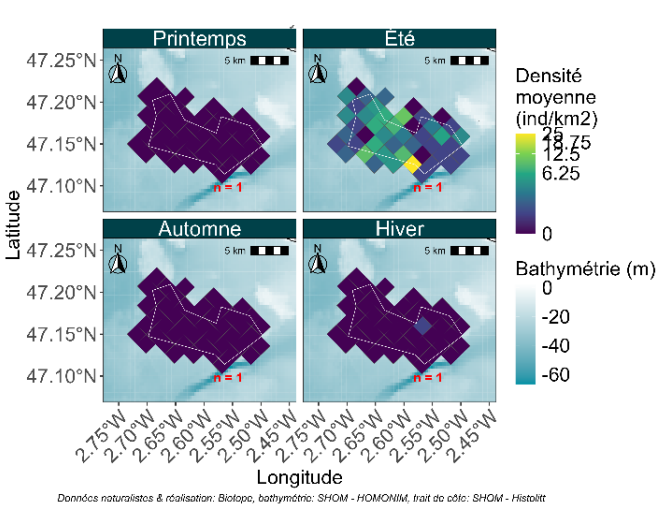
5.2.2.2 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats – Petits transects

Les résultats des expertises de 2023/2024 indiquent des observations de Goéland brun lors des trois suivi de juillet, à décembre, il n'y a pas eu d'observation au mois d'avril et un très faible nombre d'observations (n_obs=3) lors des suivis de novembre et décembre. Cette espèce migratrice est connue pour être nettement moins présente localement entre novembre et mars, mais des Goélands bruns sont toutefois observés même au cœur de l'hiver. Lors du suivi estival, la distribution des Goélands bruns observés est homogène sur l'ensemble de l'aire d'étude.

Tableau 22. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland brun selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		

Version pour PST

	Phénologie	Distribution spatiale
Exploitation (suivi nautique)		

5.2.2.3 Synthèse Goéland brun

Les Goélands bruns observés dans la zone d'étude se composent d'oiseaux nicheurs locaux, et d'oiseaux migrateurs. Les suivis aériens ont permis de détecter le pic de présence en automne lors de la dispersion des jeunes locaux et du passage des individus migrateurs sur la zone. Le faible nombre d'observations lors des suivis du printemps (à la fois lors des suivis digitaux et nautiques) lors de la première année d'exploitation est surprenant et inhabituel. Les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation permettront d'affiner cette analyse. Quel que soit le suivi, la distribution de cette espèce sur la zone d'étude est homogène.

5.2.3 Goéland marin

5.2.3.1 Exploitation de la zone élargie du parc – Grands transects

5.2.3.1.1. Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations

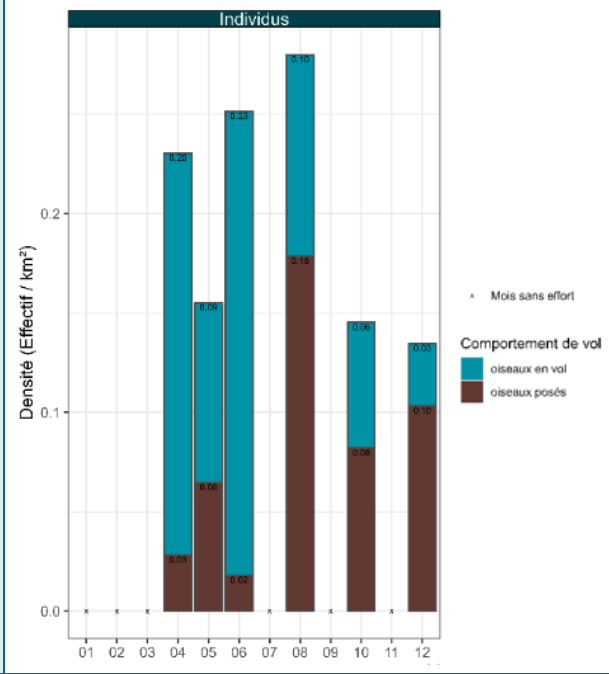
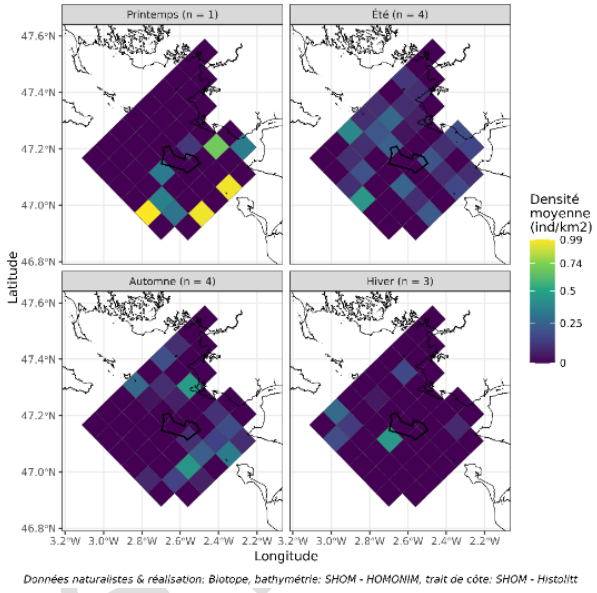
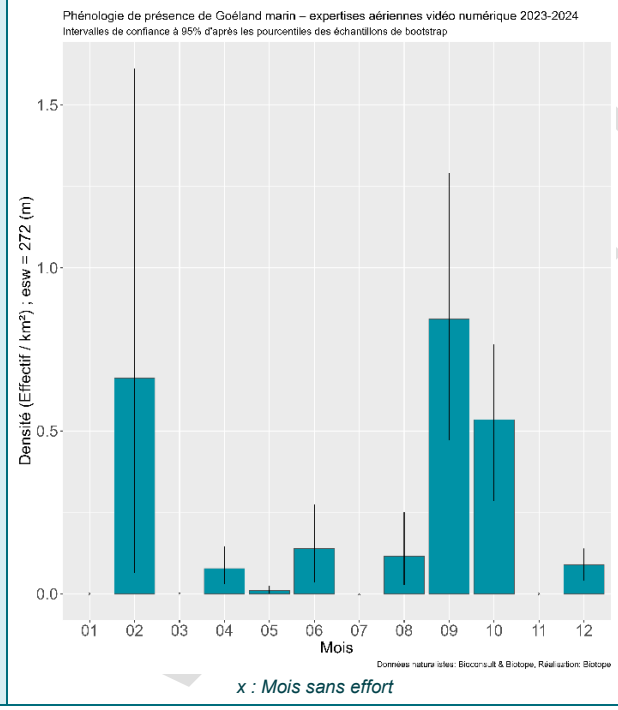
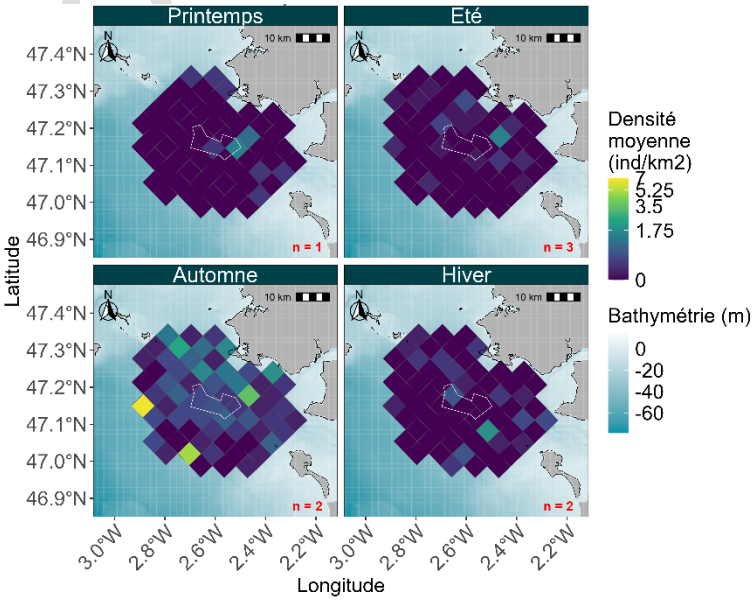
Lors des suivis de la première année d'exploitation, le Goéland marin a été observé lors de chaque suivi avec des pics d'observations en période automnale et hivernale lorsque les populations locales et les individus hivernant sont présents sur le site. Les observations printanières étaient faibles, par rapport aux autres mois. Cette variabilité intra-annuelle n'était pas observée lors de l'état de référence, pendant laquelle le pic de présence se situe au printemps et en été.

On constate une fréquentation de l'ensemble de l'aire d'étude élargie par cette espèce, avec quelques zones de densités plus fortes réparties de manière apparemment aléatoire en fonction des saisons. Cela peut être dû à la présence de bateaux de pêches où des concentrations de proies aléatoires (Tableau 23).

Une comparaison plus affinée avec l'état de référence sera affinée avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation.

Version pour R

Tableau 23. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland marin selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		
Exploitation (suivi aérien digital)		

5.2.3.1.2. Analyse After-Gradient Grands Larinés noirs (Goéland marin, Goéland brun et Goéland marin / Goéland brun)

Les résultats de l'After-Gradient lors de la première année d'exploitation montre une diminution de la densité en s'éloignant du centre du parc (Figure 24).

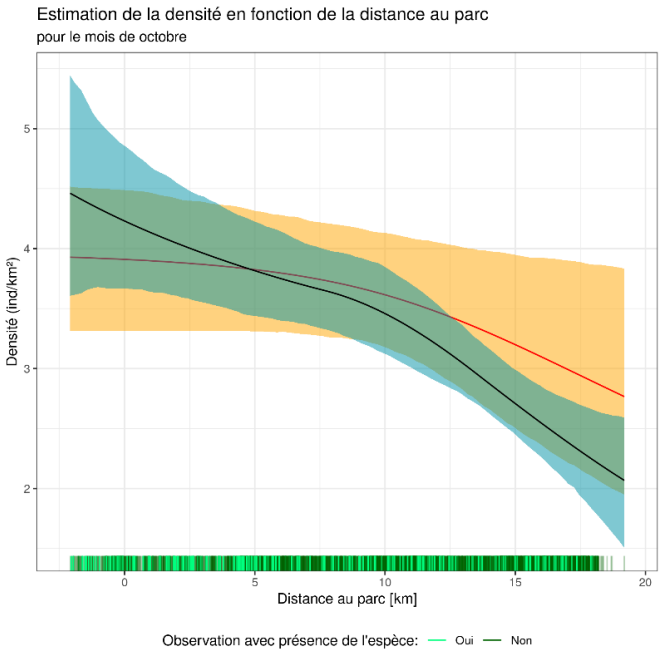


Figure 24: Estimation de la densité en fonction de la distance au parc en exploitation pour le Goéland marin et le Goéland brun, en octobre, en utilisant la méthode After-Gradient avec une fonction de lissage représentée en bleue (intervalles de confiance à 95%) et noire (densité moyenne) et une fonction logistique représentée en jaune (intervalles de confiance à 95%) et rouge (densité moyenne). Sur l'axe des abscisses, des traits verticaux représentent les distances pour lesquelles il y a eu un effort d'échantillonnage sans observation de l'espèce (en vert) et avec présence de l'espèce (en turquoise).

La comparaison avec la courbe d'effet de l'état de référence (Figure 25), semble confirmer l'effet d'attraction du parc pour ces espèces, car la courbe d'effet de l'état de référence indique au contraire, une augmentation de la densité en s'éloignant de la zone théorique du centre du parc. Il est possible que les goélands marins et bruns soient attirés par la ressource alimentaire sur les fondations (cf section 5.2.6).

Cette analyse sera renforcée avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation.

Version post-CRST

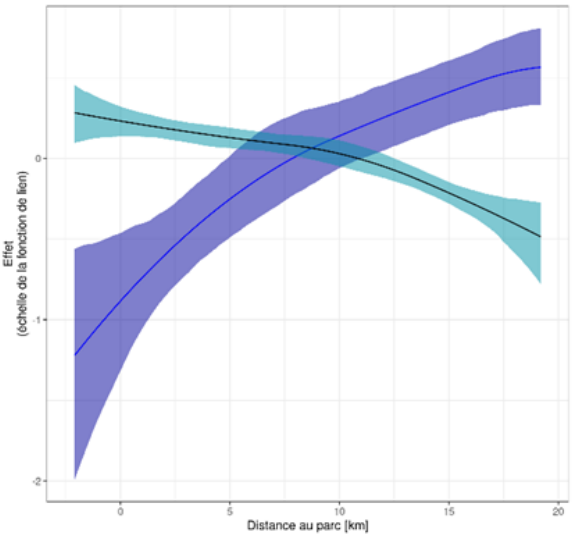


Figure 25 : Effet (échelle log) de la distance au parc sur la densité des Goélands marins et bruns ajustée par une fonction de lissage sur les données de l'état de référence (courbe bleue -moyenne- et violette -IC95%) et sur les données de la première année d'exploitation (courbe noire -moyenne- et turquoise -CI95%-).

5.2.3.2 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects

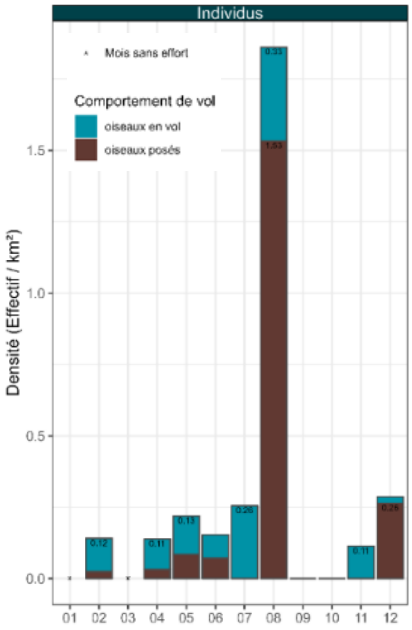
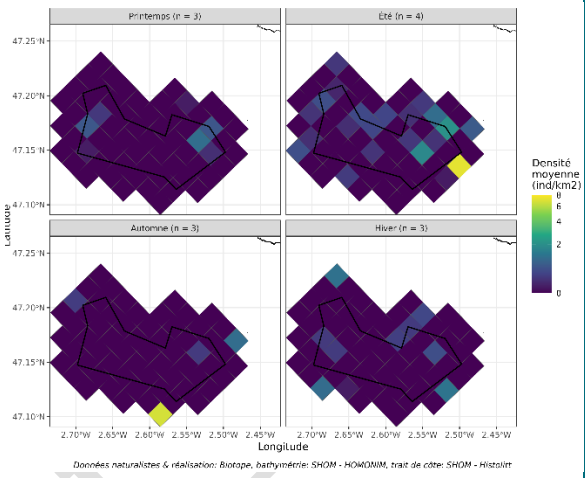
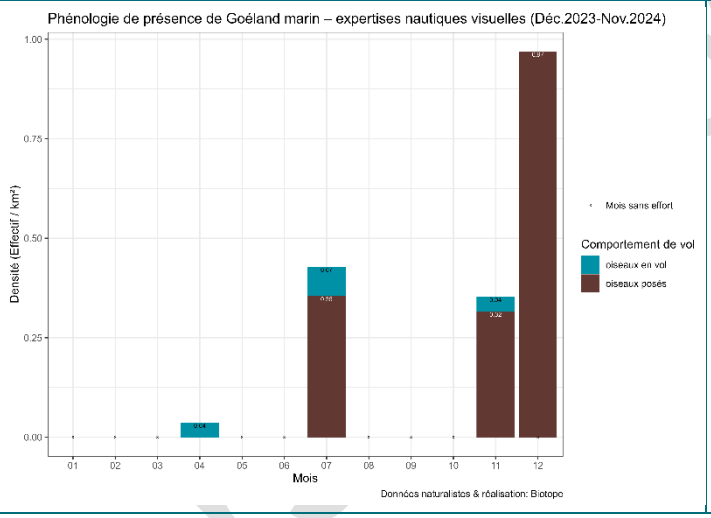
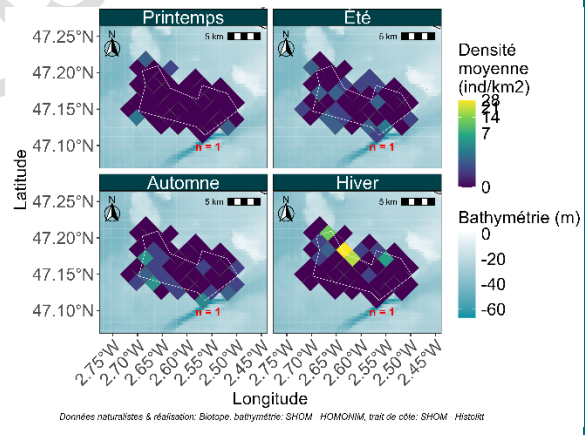
Les résultats des expertises de 2023/2024 (suivis en phase d'exploitation) indiquent des observations de Goéland marin lors de tous les suivis réalisés par bateau (Tableau 24).

Il ressort pour le **Goéland marin** des effectifs observés variables d'une session à l'autre pendant la première année d'exploitation, avec un nombre d'individus détectés en avril particulièrement faible (9 individus). Le pic d'individus observés en décembre est dû à la présence de 2 grands groupes de plus de 20 individus observés lors du suivi. C'est en été qu'il y a eu le plus grand nombre d'observations, comme pendant l'état de référence.

Comme pour les autres espèces de goélands, la distribution en mer est fortement influencée par les activités de pêche, les bateaux pouvant engendrer des regroupements importants d'oiseaux en vol ou posés. La distribution du Goéland marin semble homogène sur la zone d'étude pendant les 4 saisons, avec cependant une absence totale d'observation dans la zone du parc pendant le printemps de la première année d'exploitation.

Version post_RST

Tableau 24. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland marin selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		
Exploitation (suivi nautique)		

5.2.3.3 Synthèse Goéland marin

Lors de cette première année d'exploitation, des Goélands marins ont été observés lors de chaque suivi nautique. Les premiers résultats de l'analyse after-gradient semblent indiquer une diminution de la densité en s'éloignant du parc lors de la phase d'exploitation alors qu'une augmentation était observée avec les données de l'état de référence. Il est possible que les goélands marins soient attirés par la ressource alimentaire sur les fondations. L'analyse des comportements pour cette espèce indique que presque 15% des individus observés lors des suivis petits transect étaient posés près des éoliennes. Cependant, pour cette espèce aucun comportement alimentaire n'a été observé lors des suivis de la première année. Mais il est fréquent d'observer des goélands posés après une session de chasse alimentaire. Le très faible nombre de détections au printemps et en début d'été lors de tous les

suivis semble anormal. Les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation permettront de compléter cette analyse.

5.2.4 Goéland cendré

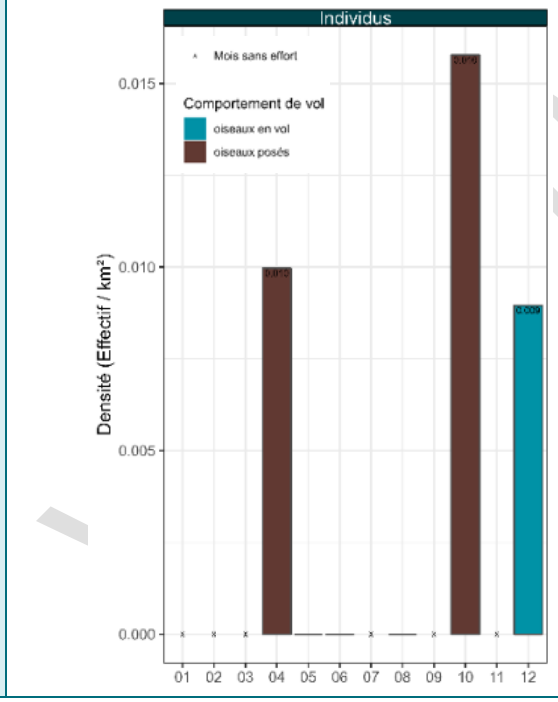
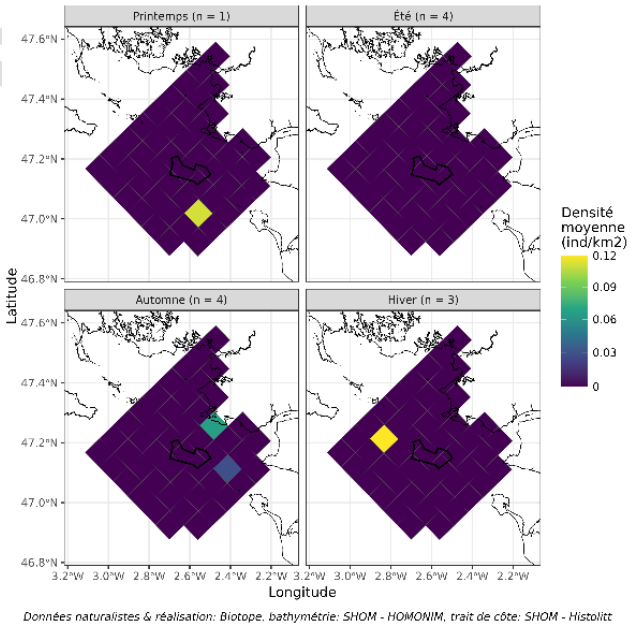
5.2.4.1 Exploitation de la zone élargie du parc – Grands transects

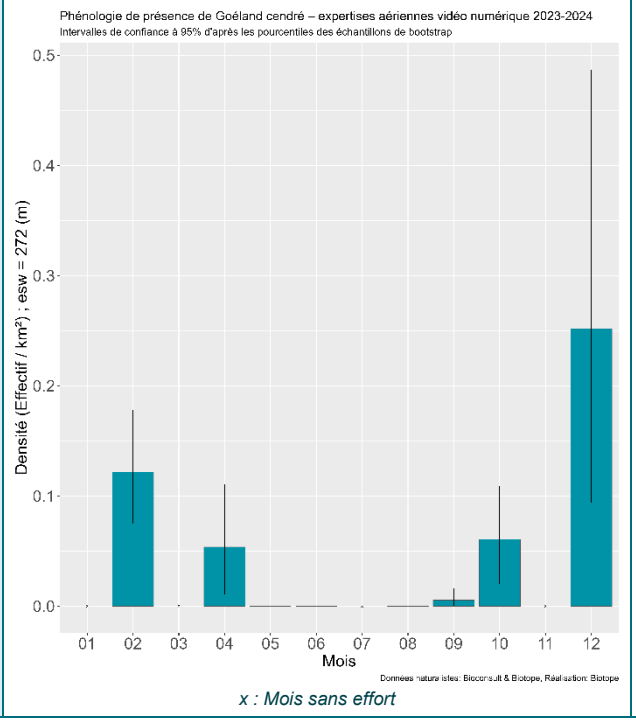
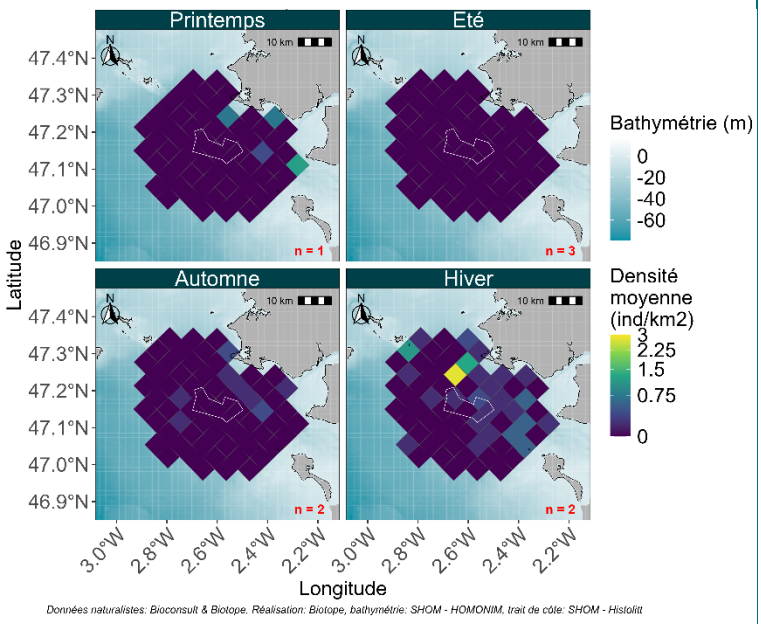
5.2.4.1.1. Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations

Conformément à son statut de migrateur et d'hivernant, le Goéland cendré (Tableau 25) a été observé d'octobre à avril sur la zone pendant la première année d'exploitation, avec des effectifs globalement faibles par rapport aux autres espèces. Lors de la première année d'exploitation, des individus ont été observés lors de chaque suivi entre septembre et avril avec un pic d'observations très net en décembre. Cette espèce a été observée sur l'ensemble de l'aire d'étude élargie, avec cependant des densités plus importantes en hiver à proximité des côtes. Ces résultats sont en cohérence avec les données de l'état de référence, avec une absence commune d'observation de mai à août.

Cette analyse comparative entre l'état de référence et la première année d'exploitation sera affinée lorsqu'on aura davantage de données liées à la phase d'exploitation.

Tableau 25. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland cendré selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		

	Phénologie	Distribution spatiale
Exploitation (suivi aérien digital)	 *x : Mois sans effort*	

5.2.4.1.2. Analyse After-Gradient

Lors de cette première année d'exploitation, il n'y a pas assez eu d'observations de Goéland cendré pour pouvoir conduire une analyse After-Gradient.

5.2.4.2 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects

Cinq **Goélands cendrés** ont été observés pendant la première année d'exploitation en automne et en hiver.

Version post

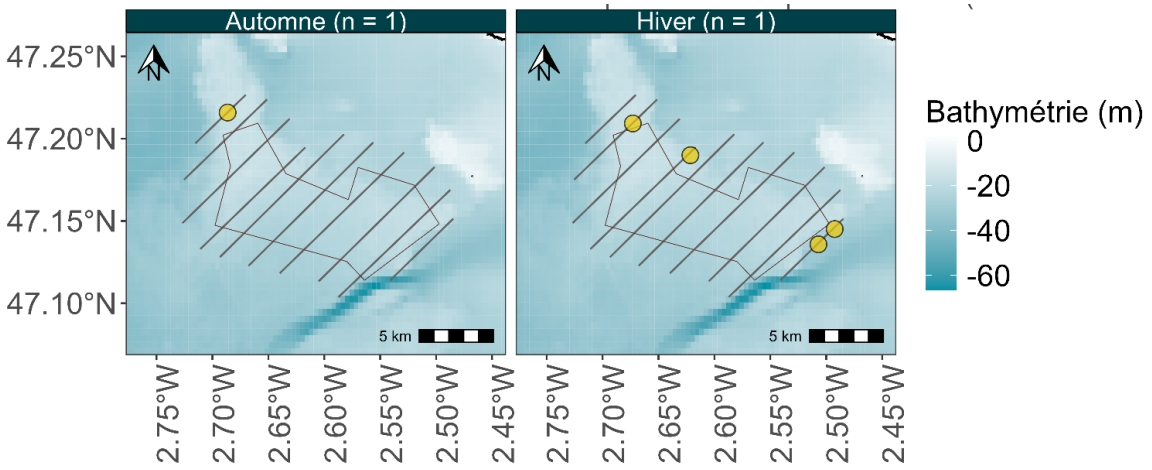


Figure 26 : Carte de distribution des observations de Goéland cendré – Petits transects pendant la première année d'exploitation (2023/2024).

5.2.4.3 Synthèse Goéland cendré

Le Goéland cendré est rarement observé dans la zone d'étude. La présence de quelques individus en automne et en hiver lors de la première année d'exploitation tout comme pendant l'état de référence, confirme sa présence dans la zone du parc.

5.2.5 Analyse des comportements et des hauteurs de vols des Goélands

5.2.5.1 Comportement et recherche alimentaire

Le Tableau 26 présente la proportion par espèce des goélands observés en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation. Lors des suivis grands transects, les Goélands argentés, bruns et marins ont été observés majoritairement posés, alors que les Goélands cendrés étaient majoritairement en vol. Lors de suivis petits transects, les goélands ont été observés majoritairement en vol quelle que soit l'espèce.

Tableau 26. Proportion par espèce des goélands observés en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation.

Espèces	Grands transects		Petits transects	
	Nombre d'observations	Proportion en vol	Nombre d'observations	Proportion en vol
Goéland argenté	1 268	42,4%	402	79%
Goéland brun	811	35,0%	137	85%
Goéland marin	298	31,2%	78	79%
Goéland cendré	81	76,5%	5	60%
Goélands indéterminés	623	23,9%	15	73%

Conformément à ce qui est connu pour ces espèces, les goélands sont les principales espèces dont la distribution en mer est fortement influencée par les activités de pêche anthropique en mer (regroupement à l'arrière des bateaux de pêche pour bénéficier des résultats de la pêche).

Version post_RS

Lors des suivis grands transects de la première année d'exploitation, 19,5% des Goélands marins et 13,4% des Goélands argentés ont été observés suivant des bateaux des pêche. Alors que seulement quelques Goélands bruns et Goélands cendrés ont été observés à proximité de bateaux de pêche (Tableau 27). Lors des suivis petits transects, 1,2% et 0.7% des Goélands marins et argentés, respectivement, ont été notés comme suiveur de bateau. Cette forte différence est possiblement liée au type de pêche pratiqué dans le périmètre du parc éolien, uniquement des arts dormants au sein du parc, générant moins de rejets attractifs pour les goélands, que la pêche aux arts trainants. Un des cinq Goélands cendrés observé suivait un bateau (Figure 27).

Tableau 27. Proportion des goélands suiveurs de bateaux des suivis grands transects de la première année d'exploitation et lors de l'état de référence (2019-2020)

Espèces	2019/2020	2023/2024
Goéland argenté	8,1%	13,41%
Goéland brun	11,9%	0,16%
Goéland marin	1,4%	19,49%
Goéland cendré		2,13%
Goéland indéterminé	90%	7,19%

L'ensemble des comportements des Goélands observés lors des suivis nautiques de la première année d'exploitation est représenté dans la Figure 27. La majorité des observations étaient des individus en vol, quelques comportements d'alimentation ont été observés chez toutes les espèces identifiées. Pour les Goélands bruns et marins,15% des individus observés lors des suivis petits transect étaient posés près des éoliennes. Quelques comportements alimentaires près des éoliennes ont été observés pour des goélands bruns (Figure 27).

Version post_RST

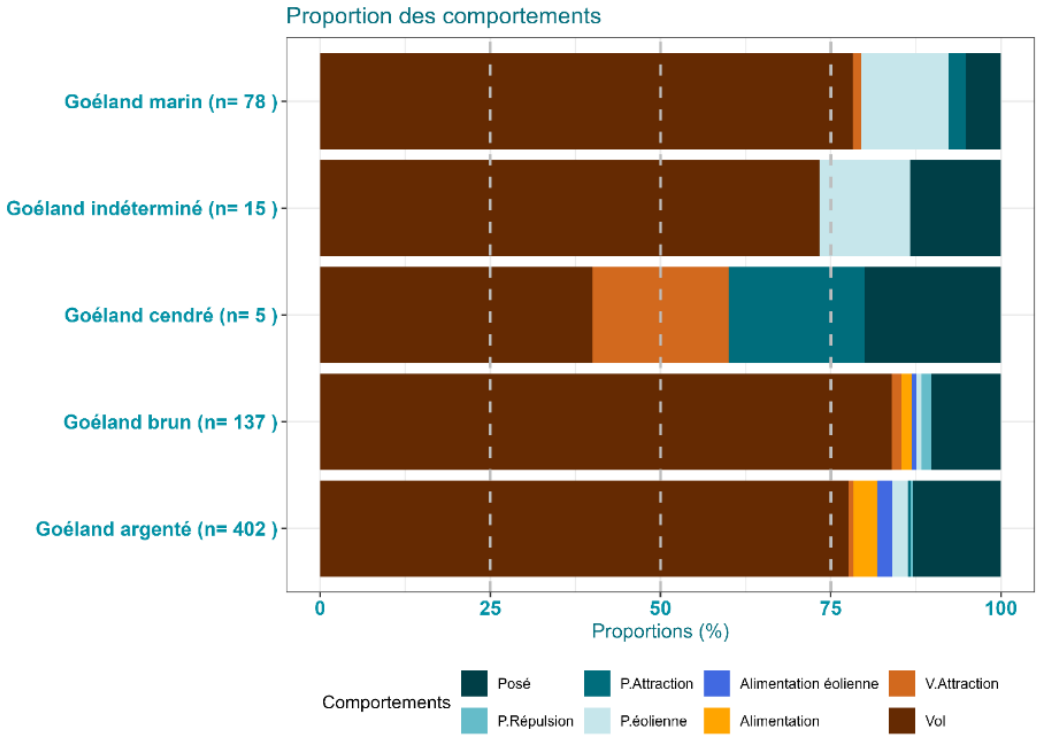


Figure 27 : Proportion des différents comportements observés chez les goélands lors des suivis nautiques (petits transects) de la première année d'exploitation. Observations : en recherche active d'alimentaire (alimentation), posé sans signe d'alimentation (Posé), posé sur ou au pied des éoliennes (P. éolienne), en vol sans signe d'alimentation (Vol) , en vol et attiré par un navire (V. Attraction) ou posé mais avec un comportement de répulsion (P. Répulsion) par le bateau d'observation. Alimentation active au pied d'une éolienne (Alimentation éolienne).

5.2.5.2 Comportement autour des éoliennes

Lors des suivis sur la zone éloignée de la première année d'exploitation, deux groupes de 4 Goélands argentés ont été observés posés sur les fondations des éoliennes et un Goéland brun a été observé en train de nager entre les éoliennes.

Lors des suivis petits transects par bateau :

- 20 goélands ont été observés sur ou au pied des fondations des éoliennes sans comportement alimentaire clairement visible : 10 Goélands marins, 9 Goélands argentés et 1 Goéland brun.
- 10 goélands ont été observés aux pieds des fondations des éoliennes avec un comportement actif d'alimentation : 9 Goélands argentés et 1 Goéland brun

5.2.5.3 Analyse des hauteurs de vol à partir des suivis nautiques :

La gamme des hauteurs de vol observées lors des suivis en mer par bateau pour les goélands est très grande, avec une altitude maximale observée à 100 m lors de la première année d'exploitation pour des Goélands argentés (Tableau 28). La proportion moyenne d'oiseaux volant sous la zone de rotation des pales (< 32m) est de 74,8 % pour les 3 espèces de goélands les plus fréquentes (Tableau 29. Proportions d'individus de goélands observés en vol lors des suivis petits transects sous la zone de rotation des pales des éoliennes (< 32 m), entre parenthèses le nombre total d'individus observés pour lesquels une hauteur de vol a pu être estimée, ainsi que la moyenne et la standard déviation pour l'ensemble des espèces (lignes toutes espèces confondues).

Version pour

Elle était de 74,2% lors de l'état de référence. Les tests statistiques comparant les hauteurs de vol entre les deux phases indiquent que les différences observées pour toutes les espèces de goélands ne sont pas significatives.

Tableau 28. Hauteurs de vol des goélands lors des suivis petits transects bateau - Etat de référence (2019/2020) et première année d'exploitation (2023/2024).

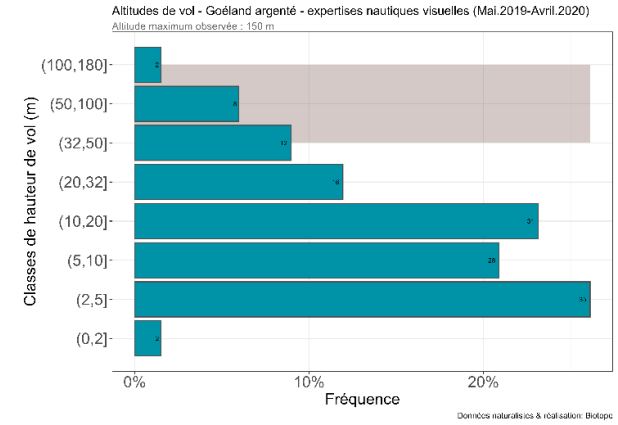
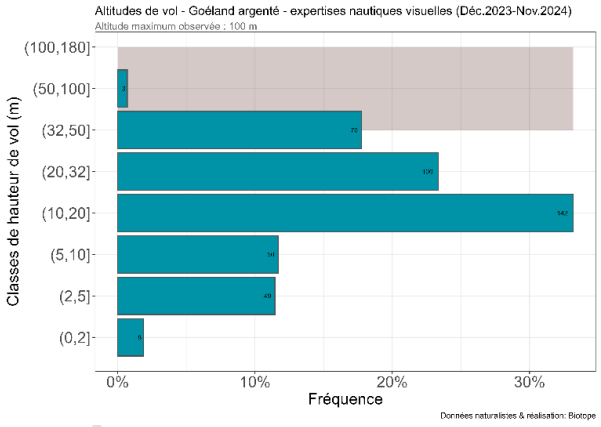
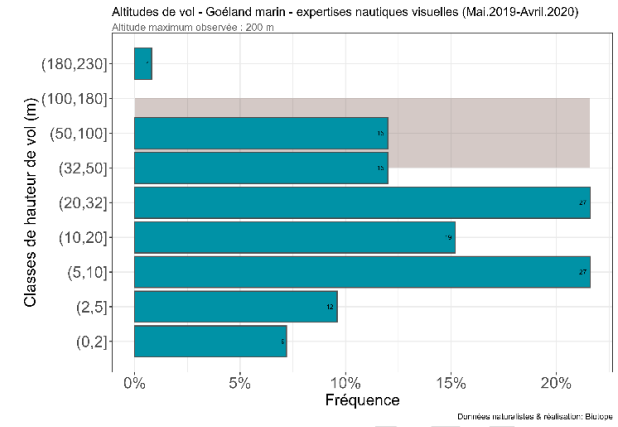
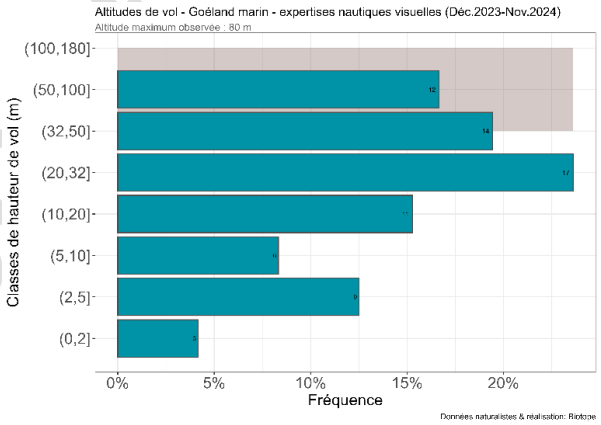
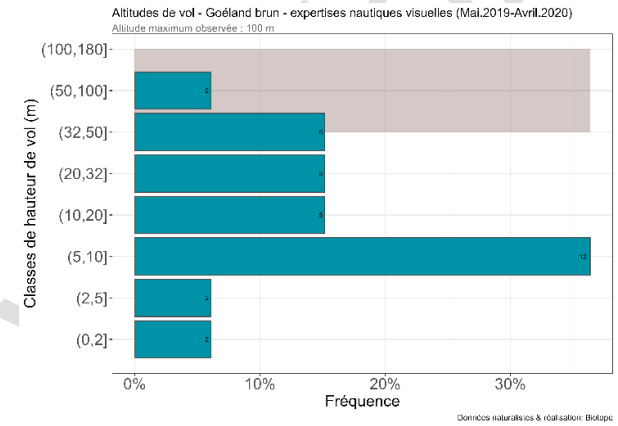
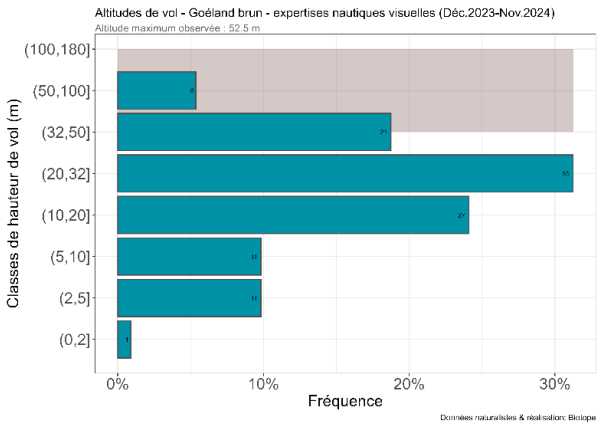
	Etat de référence	Phase d'exploitation année 1
Goéland argenté		
Goéland marin		
Goéland brun		

Tableau 29. Proportions d'individus de goélands observés en vol lors des suivis petits transects sous la zone de rotation des pales des éoliennes (< 32 m), entre parenthèses le nombre total d'individus observés pour lesquels une hauteur de vol a pu être estimée, ainsi que la moyenne et la standard déviation pour l'ensemble des espèces (lignes toutes espèces confondues).

Espèces	2019/2020	2023/2024

Goéland marin	75,2% *(n_obs=125)*	63,4% *(n_obs=72)*
Goéland argenté	83,6% *(n_obs=134)*	81,5% *(n_obs= 428)*
Goéland brun	78,8% *(n_obs=33)*	75,9% (*n_obs= 112)*
Goéland indéterminé	58,33% *(n_obs=12)*	52,9% *(n_obs = 17)*
Goéland cendré	75% *(n_obs=4)*	100% *(n_obs=3)*
Toutes espèces confondues	**74,2% (9)**	**74,8% (18)**

5.2.6 Synthèse

Les goélands sont des espèces opportunistes sans zone d'alimentation spécifique et qui suivent les bateaux de pêche qu'ils peuvent détecter à plus de 10 km pour se nourrir, ainsi que les bancs de poissons. Ce comportement a pour conséquence de potentiellement faire varier les nombres et la localisation des observations entre les suivis de manière significative et indépendamment d'une distribution liée aux conditions environnementales. Le Goéland argenté est aussi connu pour être particulièrement curieux et vient voler autour de tout type de bateaux ; il était fréquent d'en voir voler autour du bateau de suivi. D'autre part, les éoliennes et leur fondation ont plusieurs fonctions pour ces espèces :

- La plateforme sert de reposoir
- Le biofouling qui colonise les fondations (algues, moules, anémones…) et attire des poissons (effet récif) sert de zone de nourrissage.

Ainsi, une vingtaine d'individus de goélands posés sur les éoliennes ou au pied des éoliennes ont été observés lors des suivis de la première année d'exploitation.

La variabilité intra-annuelle des densités observées lors de la première année d'exploitation pour toutes les espèces de goélands est cohérente avec celle observée lors de l'état de référence, avec cependant une anomalie au printemps où les densités estimées sont très faibles pour toutes les espèces. La récurrence de cette observation pour toutes les espèces de goélands et lors des suivis aériens et nautiques laisse supposer un phénomène particulier indépendant des effets potentiels du parc éolien. L'hiver et le printemps 2024 ont été particulièrement pluvieux et venteux. Une hypothèse est que les goélands nicheurs aient fréquenté plutôt les zones terrestres (terres agricoles, ports de pêches…). A ce stade, nous attendons les retours d'associations locales qui sont plus sur le terrain pour étayer cette hypothèse.

Les résultats préliminaires de l'analyse After-Gradient semblent indiquer plutôt un effet d'attraction du parc pendant la phase d'exploitation. Ces résultats seront affinés avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation.

La distribution des gammes de hauteurs de vol observée n'a pas changé entre l'EDR et la première année d'exploitation avec une moyenne de 74,8% des observations volant sous la zone de rotation des pales (<32 m).

Version post_RST

5.3 Mouettes

5.3.1 Espèces concernées

Ce groupe comporte 5 espèces observées sur l'ensemble de la zone étudiée :

- la Mouette de Sabine (strictement migratrice) ;
- la Mouette mélanocéphale (nicheuse locale , migratrice, hivernante) ;
- la Mouette pygmée (migratrice, hivernante rare) ;
- la Mouette rieuse (nicheuse locale) ;
- la Mouette tridactyle (principalement migratrice et hivernante ; une petite colonie de reproduction relictuelle est localisée au sud de la Vendée). Statut de conservation en France : vulnérable.



Figure 28 : Mouette pygmée



Figure 29 : Mouette tridactyle



Figure 30 : Mouette mélanocéphale



Figure 31 : Mouette de Sabine

Pour clarifier l'analyse, les mouettes ont été regroupées en deux groupes cohérents au niveau de l'écologie des espèces :

- Mouette côtière : Mouette mélanocéphale et Mouette rieuse ;
- Mouette pélagique : Mouette de Sabine et Mouette pygmée.

La Mouette tridactyle est une espèce pélagique, migratrice et hivernante ; une petite population reproductrice est présente dans le Sud Vendée au large des Sables d'Olonne.

Tableau 30. Synthèse du nombre total de mouettes observées sur l'ensemble des transects (grands et petits) et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024).

	2019/2020			2023/2024		
Espèces	Nombre d'individus	Présence annuelle	Pic de présence	Nombre d'individus	Présence annuelle	Pic de présence
Mouette tridactyle	**168**	Automne, hiver	Décembre	**282**	Automne, hiver	Février
Mouettes côtières *M. mélanocéphale &* *M. rieuse*	**69** *23* *46*	Printemps, automne, hiver	Décembre	**173** *55* *118*	4 saisons	Juin
Mouettes pélagiques *M. pygmée &* *M. de Sabine*	**18** *16* *2*	Printemps, été, automne	Octobre	**49** *29* *20*	Hiver, printemps, automne	Février (M. pygmée), septembre (M. de Sabine)

5.3.2 Mouette tridactyle

5.3.2.1 Exploitation de la zone élargie du parc – Grands transects

5.3.2.1.1. Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations

La Mouette tridactyle, migratrice et hivernante dans le nord du golfe de Gascogne, a été la mouette la plus fréquemment observée (51% des observations de mouettes de la première année d'exploitation). Sa phénologie lors de la première année d'exploitation est représentative de cette espèce, avec une présence principalement en automne et en hiver avec un pic de détection en décembre et en février

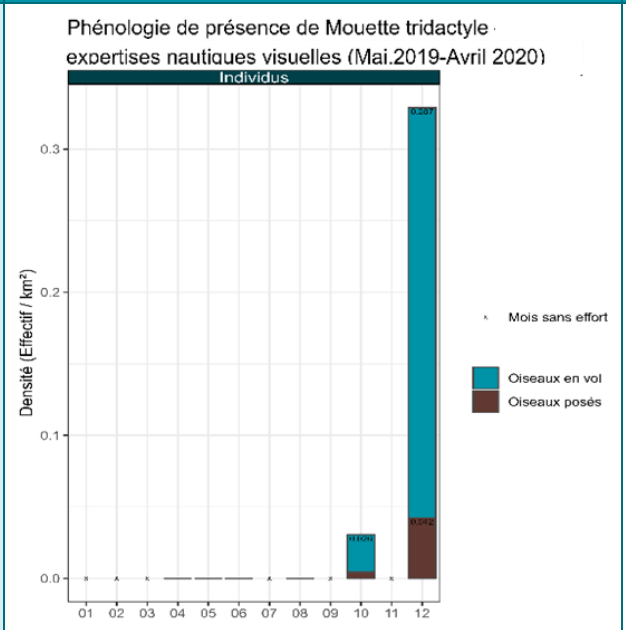
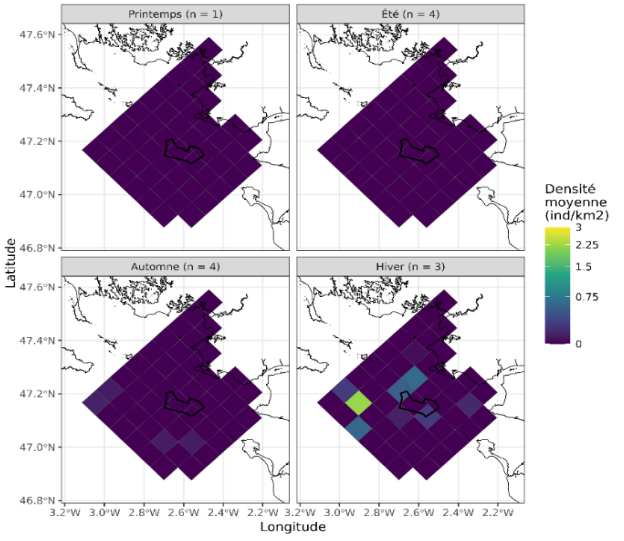
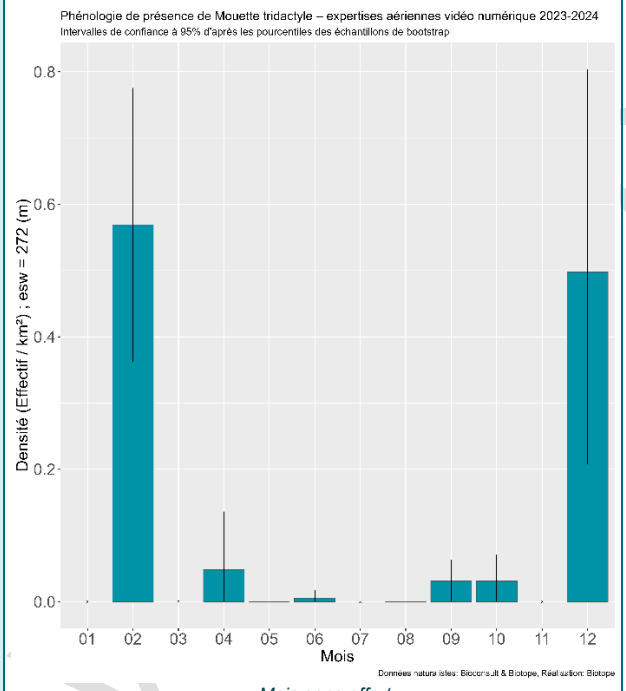
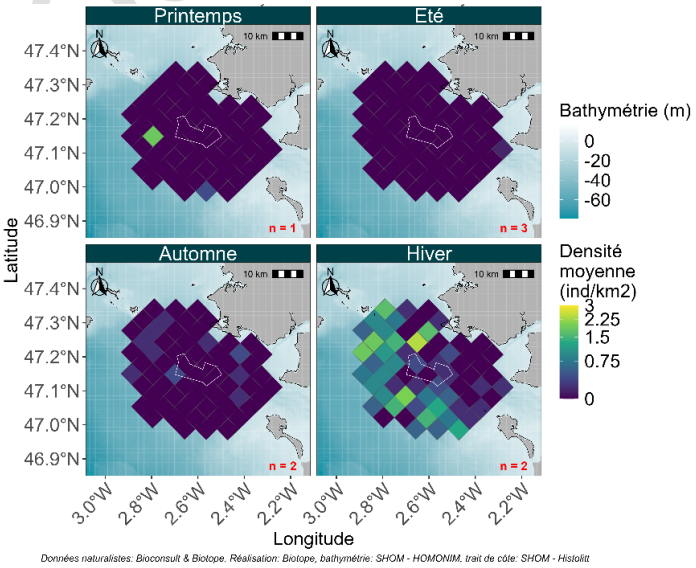
Pendant la première année d'exploitation, quelques rares individus (n_obs=9) ont aussi été observés lors de la migration prénuptiale au printemps (Tableau 31). Un seul individu a été observé en période de reproduction.

Cette espèce est présente sur l'ensemble de la zone d'étude avec des zones de concentration différentes en fonction des saisons. Pendant la première année d'exploitation, leur répartition hivernale est plus élevée à l'ouest, au sud et au nord de la zone d'étude, vers le large. Les quelques observations du printemps se situaient au niveau des mêmes zones. En automne, la répartition semble plus homogène.

Une comparaison avec l'état de référence sera faite avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation. À ce stade, aucune différence notable n'est à noter tant dans la phénologie que dans la distribution spatiale entre les deux phases.

Version Post_RST

Tableau 31. Phénologies et cartes de distribution de la Mouette tridactyle selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		
Exploitation (suivi aérien digital)		

5.3.2.1.2. Analyse After-Gradient

L'analyse After-Gradient avec les données de la première année d'exploitation, montre une légère augmentation de la densité en s'éloignant du parc, et ce quel que soit le modèle utilisé (Figure 32).

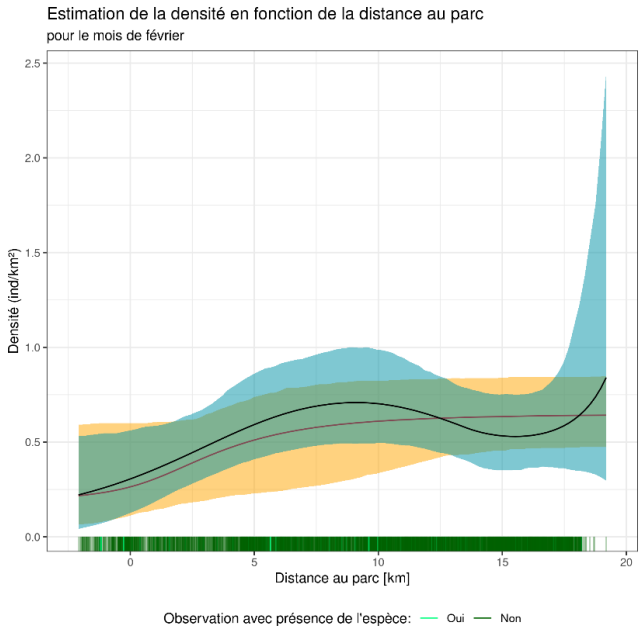


Figure 32 : Estimation de la densité en fonction de la distance au parc en exploitation pour la Mouette tridactyle en février, en utilisant la méthode After-Gradient avec une fonction de lissage représentée en bleue (intervalles de confiance à 95%) et noire (densité moyenne) et une fonction logistique représentée en jaune (intervalles de confiance à 95%) et rouge (densité moyenne). Sur l'axe des abscisses, des traits verticaux représentent les distances pour lesquelles il y a eu un effort d'échantillonnage sans observation de l'espèce (en vert) et avec présence de l'espèce (en turquoise).

L'effet marginal estimé à partir des données de l'état de référence par rapport à celui estimé avec les données de la première année d'exploitation semble être opposé. Cependant, le niveau d'incertitude des deux courbes est très important (Figure 33) et se chevauche, ce qui ne permet pas d'être confiant de cette interprétation. Cette analyse sera approfondie avec plus de données de la phase d'exploitation.

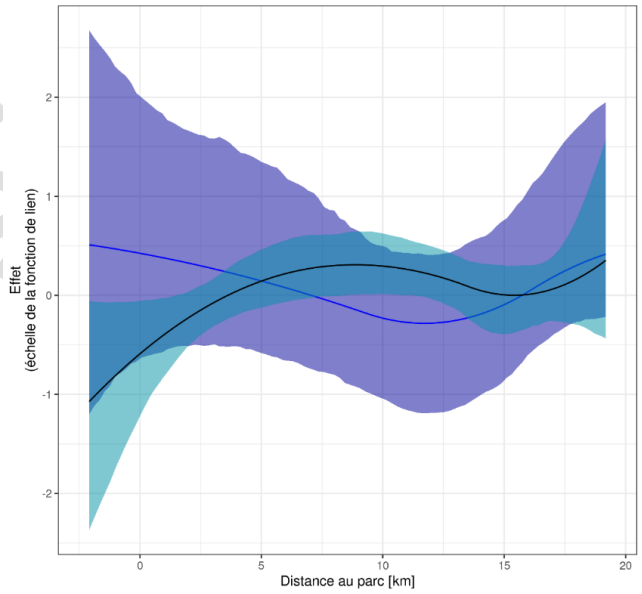


Figure 33 : Effet (échelle log) de la distance au parc sur la densité des Mouettes tridactyles ajusté par une fonction de lissage sur les données de l'état de référence (courbe bleue -moyenne- et violette -

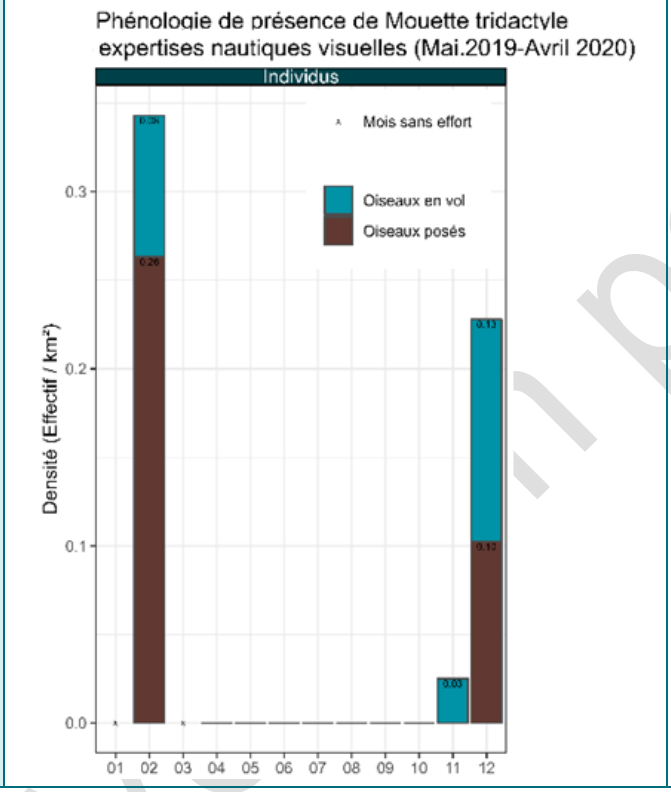
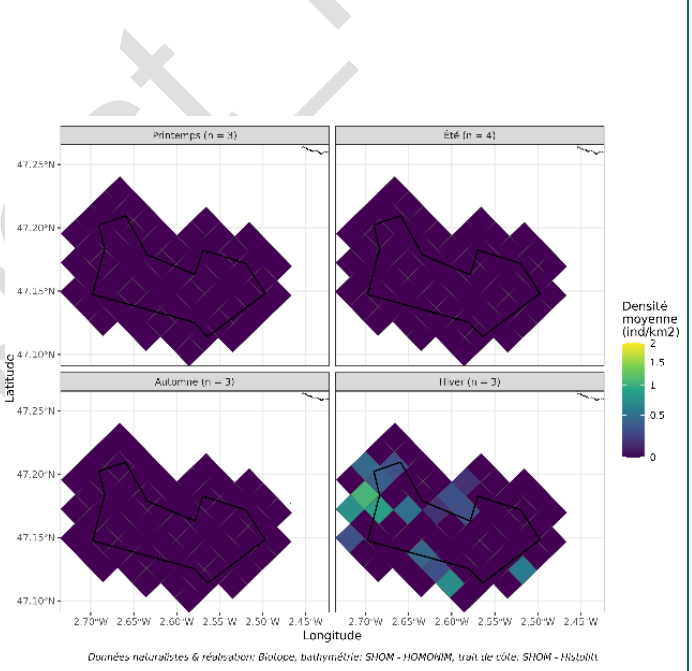
IC95%) et sur les données de la première année d'exploitation (courbe noire -moyenne- et turquoise - CI95%-).

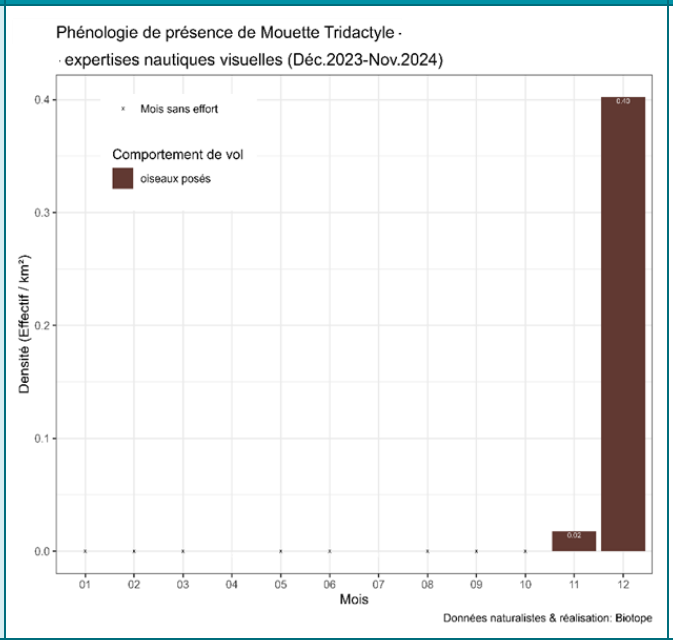
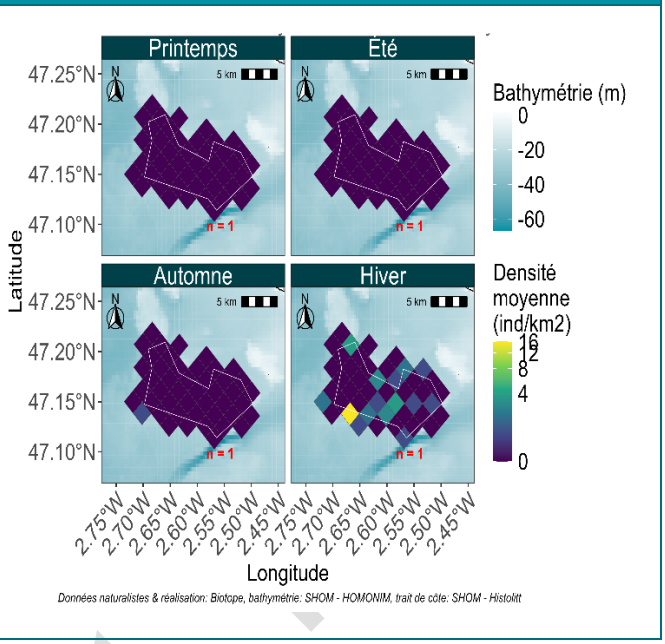
5.3.2.2 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats – Petits transects

Sur la zone rapprochée, la présence de Mouettes tridactyles est similaire aux observations réalisées sur la zone élargie, avec une présence principale lors de leur hivernage dans la zone. Pendant la première année d'exploitation, la densité maximale est observée lors du suivi du mois de décembre (Tableau 32). Les individus ont essentiellement été observés dans la partie sud-est du parc.

Aucun oiseau en vol n'a été observé lors des snapshots de tous les suivis. Cependant des oiseaux en vols ont été observés entre les périodes de snapshots (Figure 34) et le pic d'observations se situe aussi en décembre.

Tableau 32. Phénologies et cartes de distribution de la Mouette tridactyle selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		

	Phénologie	Distribution spatiale
Exploitation (suivi nautique)		

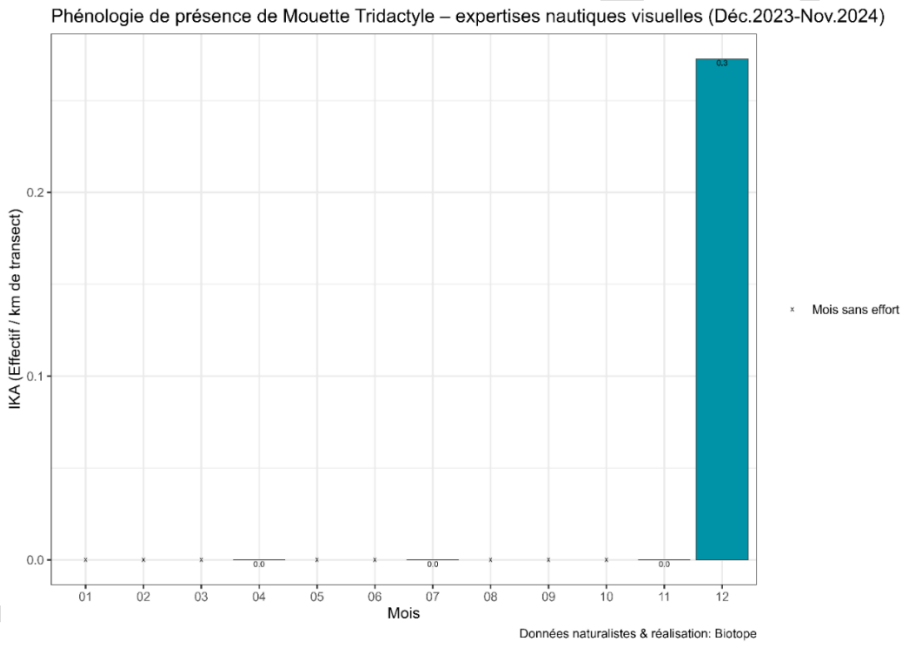


Figure 34 : IKA des mouettes tridactyles observées en vol en dehors des snapshots.

5.3.3 Mouettes côtières

5.3.3.1 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

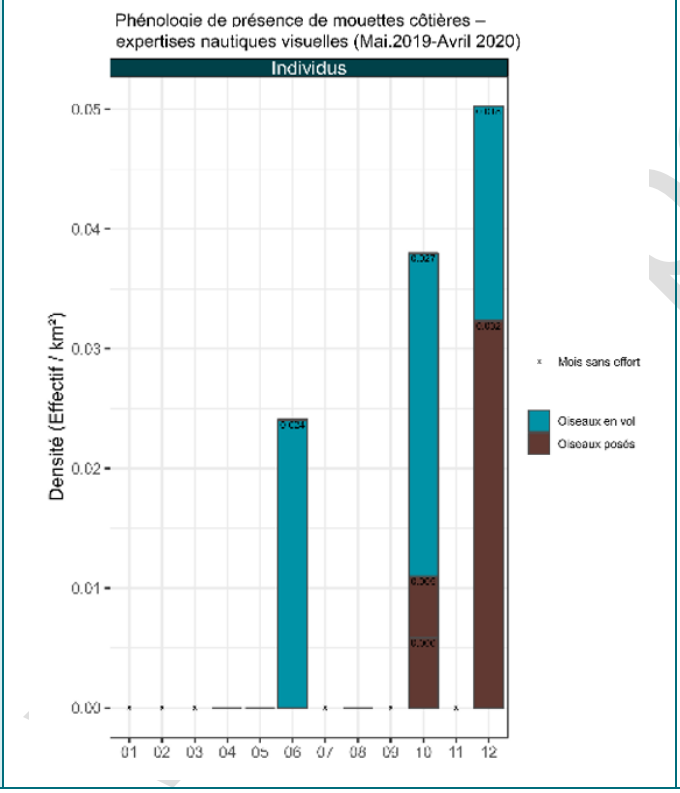
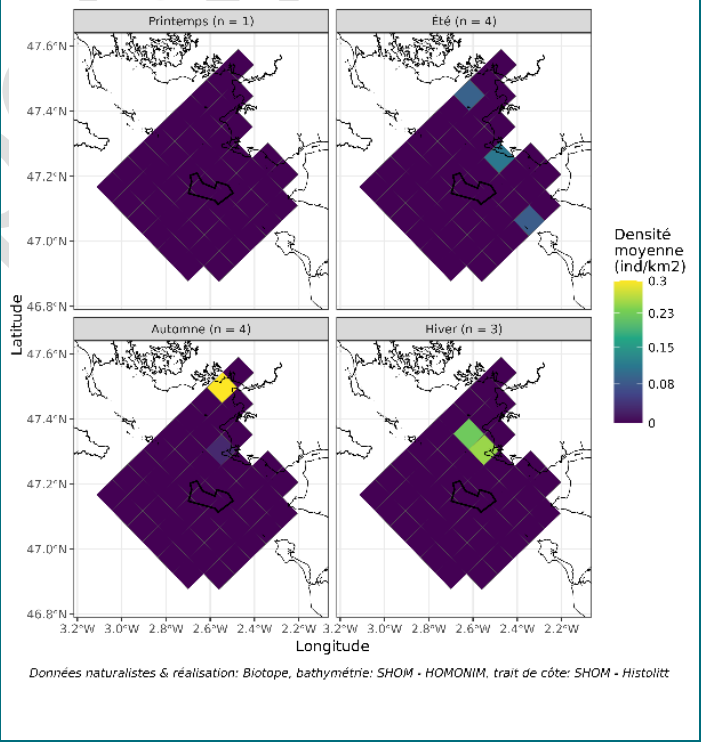
Les mouettes côtières (Mouette rieuse et Mouette mélanocéphale) représentent 38% des mouettes identifiées. Parmi ces mouettes, les mouettes rieuses représentent 70% des effectifs. Des observations ont eu lieu lors de tous les suivis. Sur l'ensemble des données collectées, la Mouette

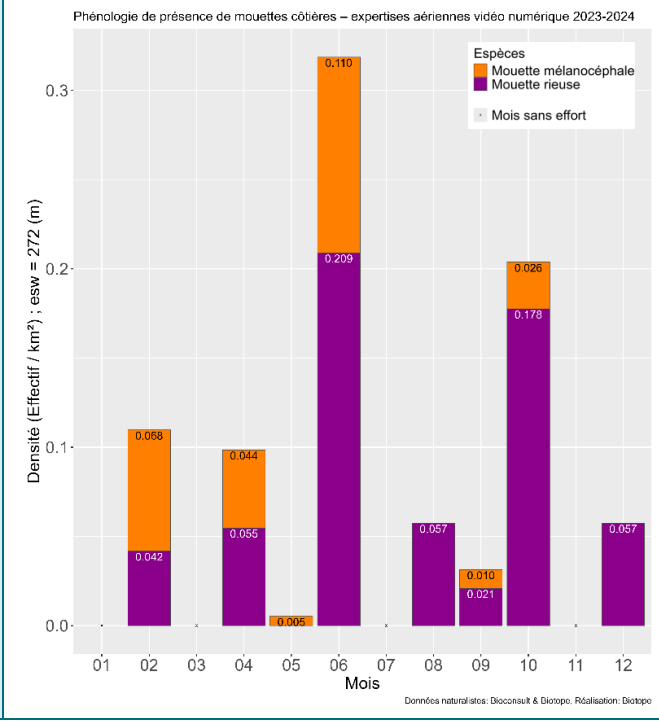
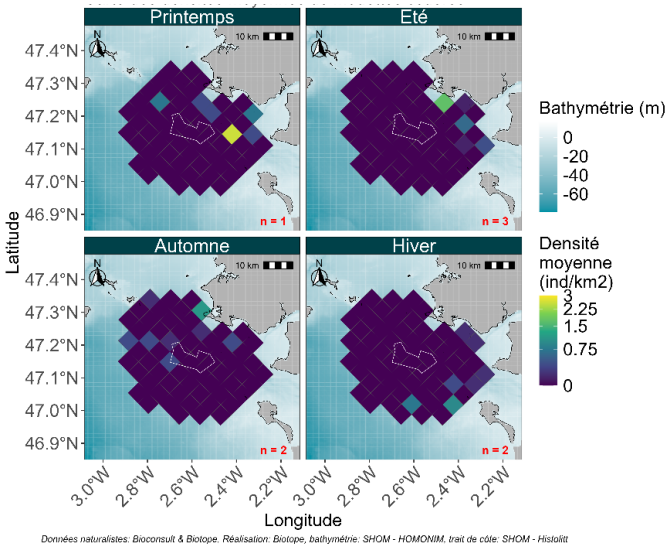
rieuse est présente principalement en juin et en octobre. Le premier pic correspond à la période de reproduction des nicheurs locaux. Le deuxième pic correspond à la période à laquelle des individus originaires d'Europe du Nord et de l'Est se joignent aux oiseaux nicheurs locaux. La Mouette mélanocéphale ne montre pas de pic de présence marqué. Cette espèce est présente tout au long de l'année, dans des densités plus faibles.

Les distributions varient légèrement entre les saisons, avec une distribution uniquement côtière pendant la période de reproduction (été) et une présence plus dispersée vers le large au printemps et en automne, et plus vers le sud en hiver.

Une comparaison avec l'état de référence sera faite avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation. A ce stade, une différence sur la variabilité intra-annuelle est à noter au niveau de la phénologie entre les deux phases du projet. Cependant, lors de l'état de référence, deux fois moins d'individus avaient été observés.

Tableau 33. Phénologies et cartes de distribution des mouettes côtières selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		

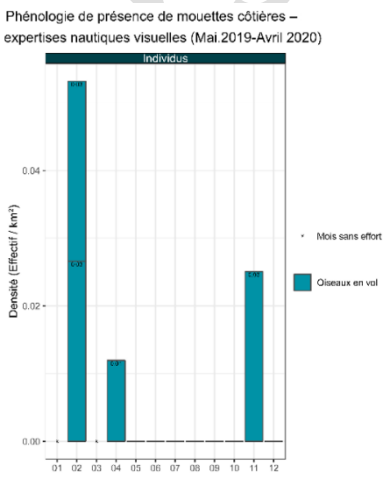
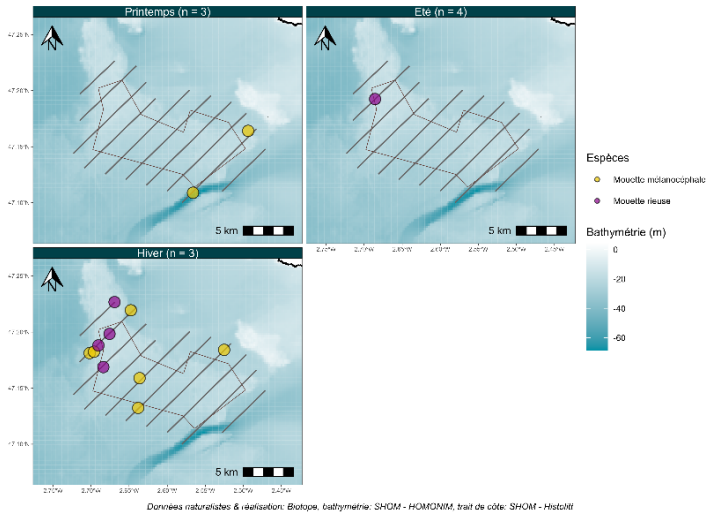
	Phénologie	Distribution spatiale
Exploitation (suivi aérien digital)		

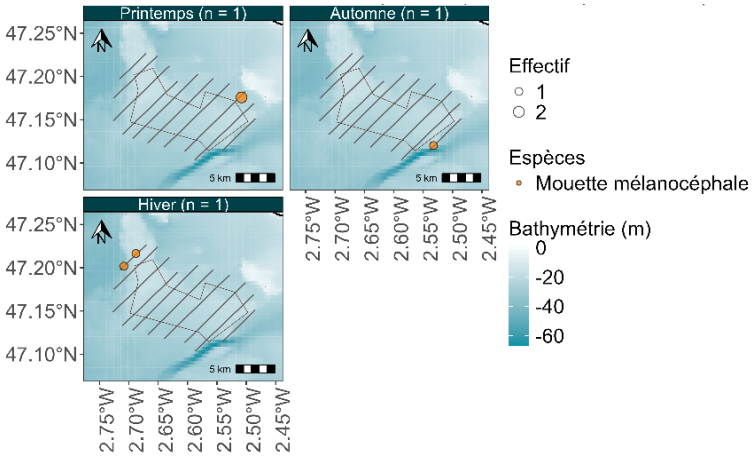
5.3.3.2 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects

Lors de la première année d'exploitation, 5 Mouettes mélanocéphales ont été observées en vol, en dehors des périodes de snapshots, deux en avril, deux en décembre et une en novembre. Toutes les observations ont eu lieu en dehors de la zone du parc (Tableau 34).

Une comparaison avec l'état de référence sera faite avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation. À ce stade, une différence sur la distribution spatiale est à noter, mais le très faible nombre d'observations ne permet pas d'interpréter ces différences.

Tableau 34. Phénologies et cartes de distribution des mouettes côtières selon les méthodes strip-transect et snapshot – petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024), en jaune les Mouettes mélanocéphales, en violet les Mouettes rieuses.

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		

	Phénologie	Distribution spatiale
Exploitation (suivi nautique)	Pas de donnée qui rentre dans les protocoles d'analyses (oiseau en vol lors des snapshot, et oiseaux posés < 300m)	

5.3.4 Mouettes pélagiques

5.3.4.1 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

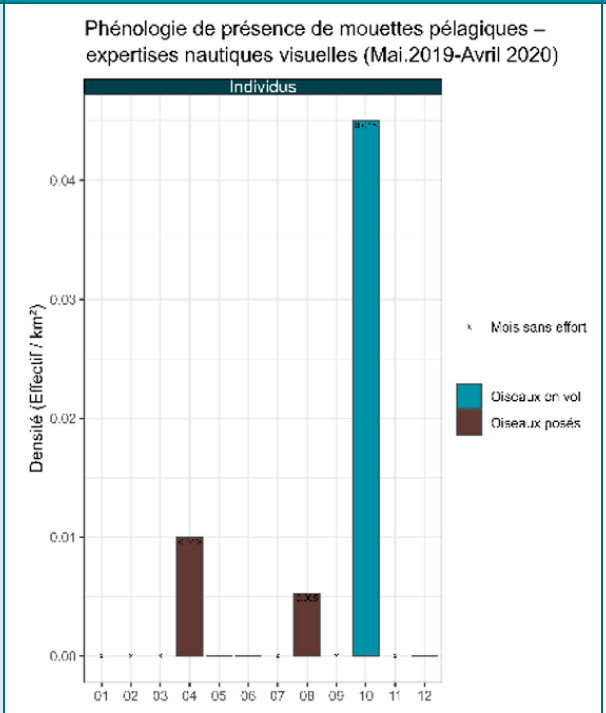
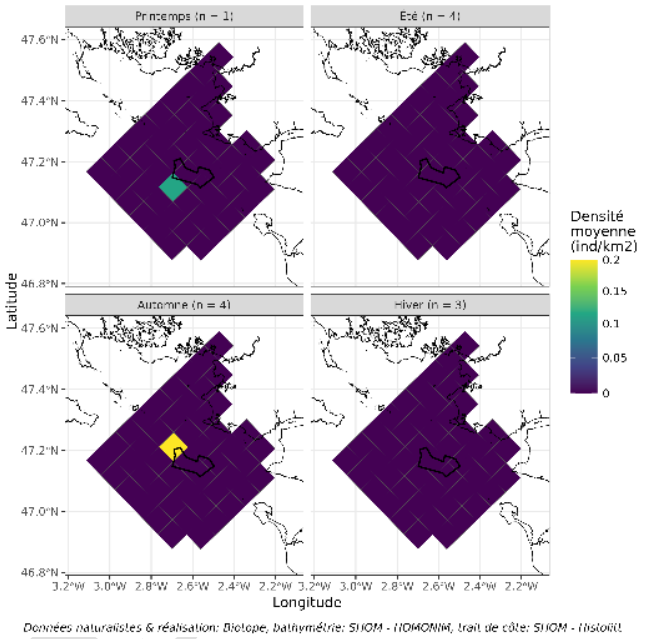
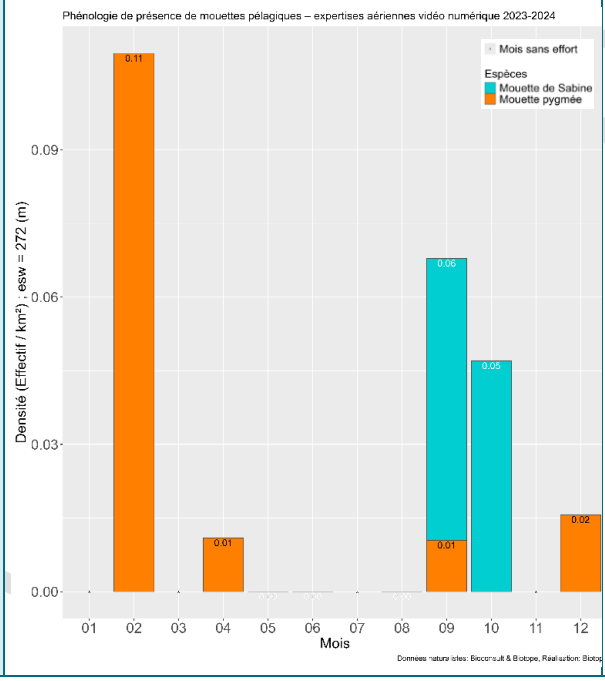
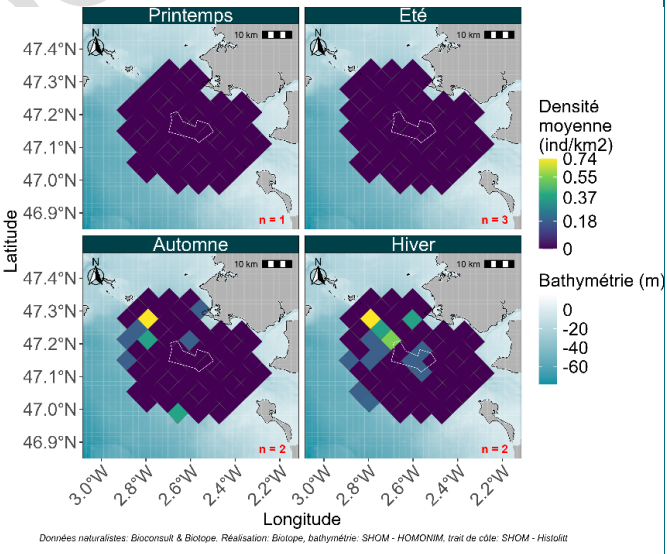
Concernant les mouettes pélagiques (Mouette de Sabine et Mouette pygmée), les effectifs observés de ces populations sont très faibles, voir anecdotique. Les densités estimées sont inférieures à 0,5 ind/km^2. La Mouette de Sabine a été observée uniquement en automne avec 9 individus observés en octobre 2024 et 11 individus en septembre 2024 (Tableau 35). Pour les autres saisons, ce ne sont que des individus de Mouette pygmée qui ont été observés lors de la migration prénuptiale, et quelques individus hivernants ont également été observés en hiver (décembre 2023 et février 2024).

Les Mouettes de Sabine observées en automne étaient essentiellement concentrées au nord-ouest de l'aire d'étude. Les Mouettes pygmées observées étaient réparties dans la zone nord du parc. Cependant ces deux espèces ont fait l'objet d'un nombre très faible d'observations, il reste délicat d'en sortir des généralités.

Une comparaison avec l'état de référence sera faite avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation. A ce stade, aucune différence notable n'est à noter tant dans la phénologie que dans la distribution spatiale entre les deux phases.

Version Post_Re

Tableau 35. Phénologies et cartes de distribution des mouettes pélagiques selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

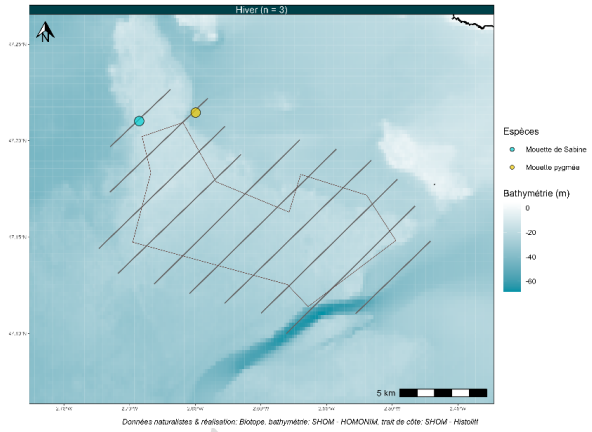
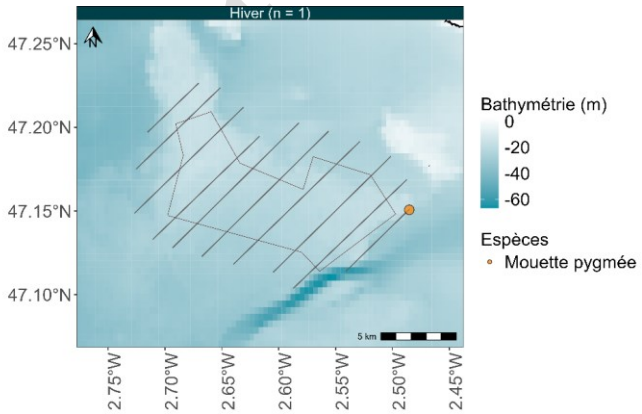
	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		
Exploitation (suivi aérien digital)		

5.3.4.2 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects

Lors des suivis sur la zone rapprochée, une Mouette pygmée et une Mouette de Sabine ont été observées lors de l'état de référence et une Mouette pygmée lors de la première année d'exploitation.

Une comparaison affinée avec l'état de référence sera faite avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation.

Tableau 36. Phénologies et cartes de distribution des mouettes pélagiques selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)	Pas de donnée qui rentre dans les protocoles d'analyses (oiseau en vol hors snapshot pour la mouette pygmée, et oiseaux posés >300m) pour la mouette Sabine	
Exploitation (suivi nautique)	Une observation de Mouette pygmée hors protocole d'analyse (posée >300m)	

5.3.5 Analyse After-Gradient toutes espèces de Mouettes, hors Mouette tridactyle

Toutes les mouettes à l'exception de la Mouette tridactyle ont été regroupées lors de l'analyse After-Gradient.

L'analyse After-Gradient avec les données de la première année d'exploitation montre une légère augmentation de la densité en s'éloignant du parc, et ce quel que soit le modèle utilisé (Figure 35). Les variations observables sur le modèle de lissage sont sûrement dues à un surajustement du modèle au-delà de quelques kilomètres de la périphérie du parc.

Version

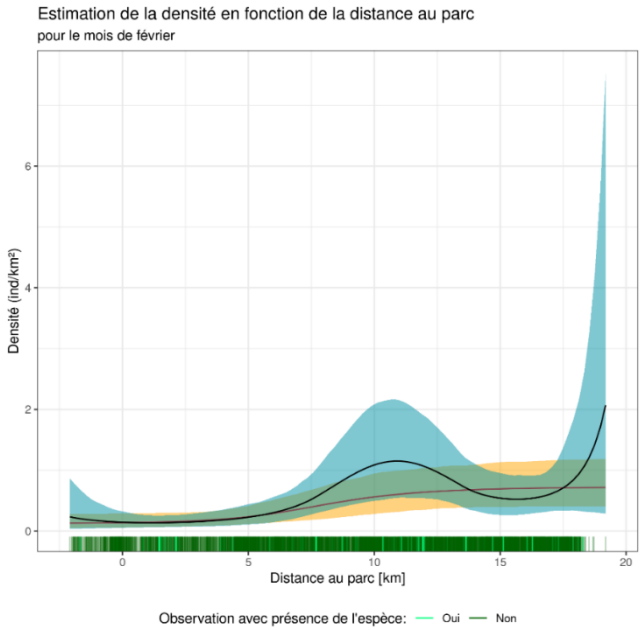


Figure 35 : Estimation de la densité en fonction de la distance au parc en exploitation pour toutes les Mouettes hors Mouette tridactyle en février, en utilisant la méthode After-Gradient avec une fonction de lissage représentée en bleue (intervalles de confiance à 95%) et noire (densité moyenne) et une fonction logistique représentée en jaune (intervalles de confiance à 95%) et rouge (densité moyenne). Sur l'axe des abscisses, des traits verticaux représentent les distances pour lesquelles il y a eu un effort d'échantillonnage sans observation de l'espèce (en vert) et avec présence de l'espèce (en turquoise).

L'effet marginal de la distance théorique au parc sur la densité estimée à partir des données de l'état de référence semble indiquer une absence de changement de densité quel que soit la distance au centre théorique du parc (Figure 36). La courbe d'effet estimée à partir des données de la première année d'exploitation indique une densité plus faible dans le parc et aux abords du parc, avant de réaugmenter fortement au-delà de 3 km de la périphérie du parc. Cette analyse sera approfondie avec plus de données de la phase d'exploitation.

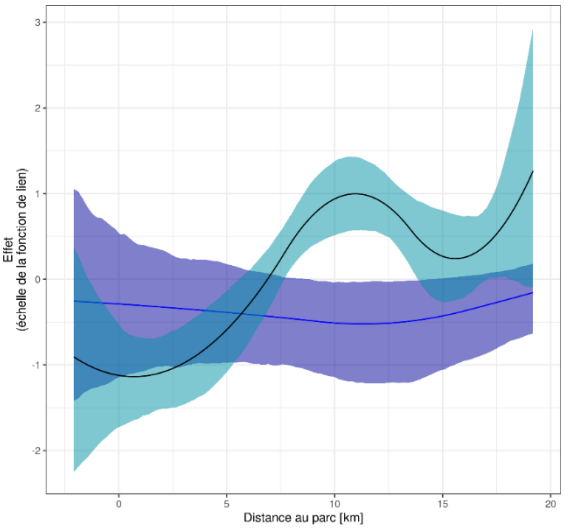


Figure 36 : Effet (échelle log) de la distance au parc sur la densité pour toutes les Mouettes hors Mouettes tridactyles ajusté par une fonction de lissage sur les données de l'état de référence (courbe bleue -moyenne- et violette -IC95%) et sur les données de la première année d'exploitation (courbe noire -moyenne- et turquoise -CI95%-).

Version POST-RST

5.3.6 Analyse des comportements

5.3.6.1 Comportement et recherche alimentaire

Le Tableau 37 présente la proportion par espèce des mouettes observées en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation.

Tableau 37. Proportion par espèce des mouettes observées en vol lors des suivis petits et grands transects.

Espèces	Grands transects		Petits transects	
	Nombre d'observations	Proportion en vol	Nombre d'observations	Proportion en vol
Mouette tridactyle	200	55,0%	35	78%
Mouettes côtières	110	74,5%	4	100%
Mouettes pélagiques	40	77,5%	1	0%

Les Mouettes tridactyles ont été observées majoritairement en vol lors de tous les suivis. Aucune Mouette tridactyle n'a été observée suivant des bateaux de pêche lors des suivis aériens. Alors que lors des suivis nautiques, deux individus ont été observés suivant des bateaux et 13 individus ont eu un comportement de fuite vis-à-vis du navire d'observation (Figure 37).

Les mouettes côtières et pélagiques ont été observées essentiellement en vol lors des suivis par avion digital. Les rares observations de Mouettes côtières lors des suivis nautiques étaient uniquement des oiseaux posés (Tableau 26).

Lors des suivis grands transects de la première année d'exploitation, 5 Mouettes rieuses ont été observées suivant des bateaux de pêche.

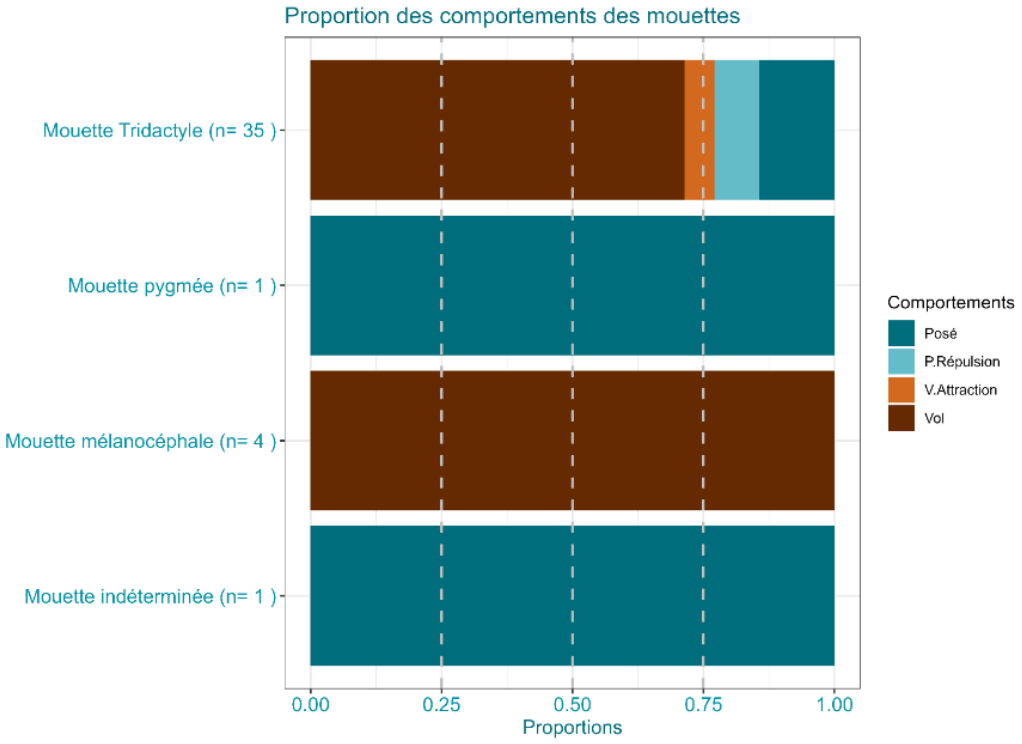


Figure 37 : Proportion des différents comportements observés chez les goélands lors des suivis nautiques (petits transects) de la première année d'exploitation. Observations d'oiseaux posé (P.), en

vol (V.) sans signe d'alimentation, attiré(Attraction) ou repoussé (Répulsion) par le bateau d'observation.

5.3.6.2 Comportement autour des éoliennes

Aucune mouette n'a été observée à proximité des éoliennes lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation.

5.3.6.3 Analyse des hauteurs de vol

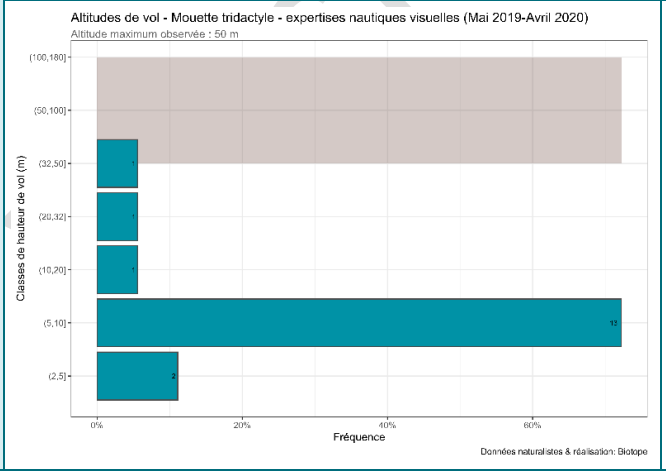
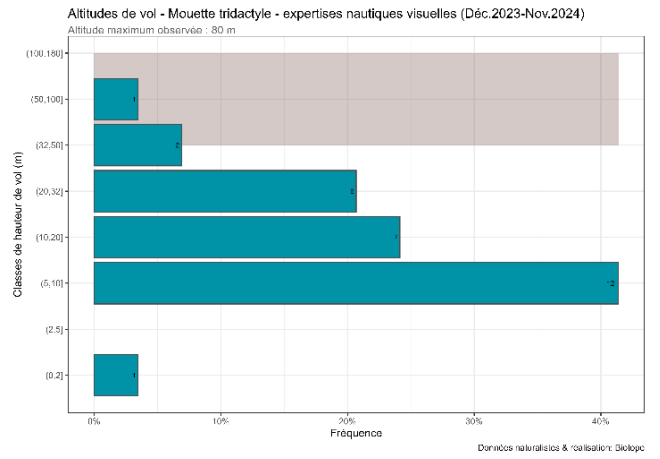
Lors de la première année d'exploitation, la gamme des hauteurs de vol des mouettes observées lors des suivis en mer par bateau varie entre un vol de surface et 80 m de haut. La proportion d'oiseaux volant sous la zone de rotation des pales (< 32 m) est de 85% (Tableau 38,

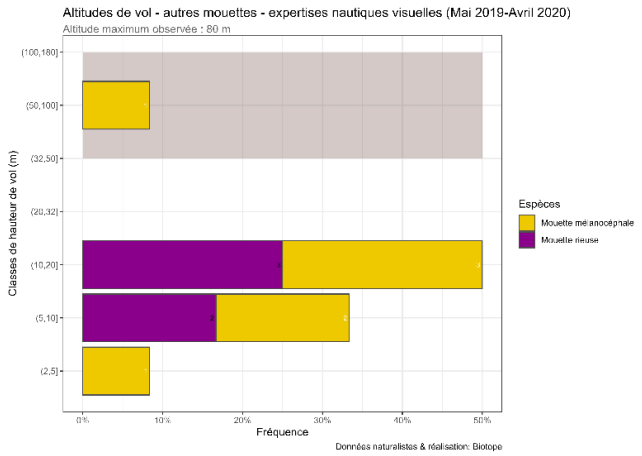
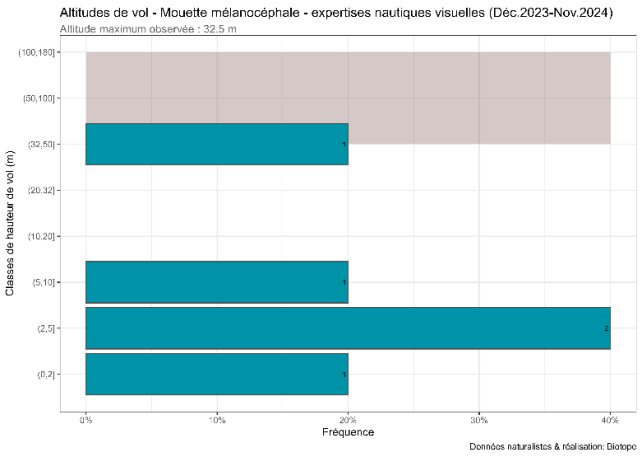
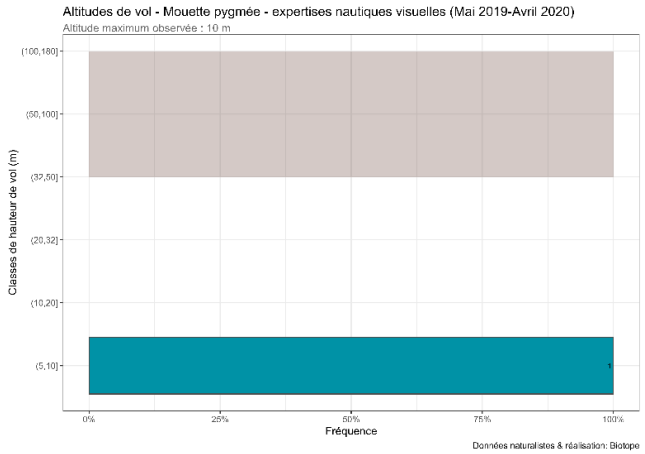
Tableau 39). Elle était de 95% lors de l'état de référence. La majorité des oiseaux en vol volent en dessous de 10 m.

Tableau 38. Proportions d'individus de mouettes observées en vol lors des suivis petits transects sous la zone de rotation des pales des éoliennes (< 32 m). Le nombre d'individus observés en vol est indiqué entre parenthèse.

Espèces	2019/2020	2023/2024
Mouette tridactyle	94,5% *(n_obs=18)*	*89,6% (n_obs=29)*
Mouettes côtières	91,7% *(n_obs=12)*	80,0% *(n_obs=5)*
Mouettes pélagiques	100% *(n_obs=1)*	*n=0*
Toutes espèces confondues	**95,0%**	**84,8%**

Tableau 39. Hauteurs de vol de la Mouette tridactyle, des mouettes côtières et pélagiques lors des suivis petits transects bateau - Etat de référence (2019/2020) et première année d'exploitation (2023/2024).

	Etat de référence	Phase d'exploitation année 1
Mouette tridactyle		

	Etat de référence	Phase d'exploitation année 1
Mouettes côtières		
Mouettes pélagiques		Pas de données

Version post_Re

5.3.7 Synthèse

L'ensemble des espèces de mouettes présentes dans la zone d'étude se répartit entre les mouettes pélagiques (Mouette de Sabine, Mouette tridactyle et Mouette pygmée) et les mouettes côtières (Mouette mélanocéphale et Mouette rieuse).

La Mouette tridactyle est la mouette la plus présente sur le site avec des effectifs importants en période d'hivernage, faibles lors des périodes de migration et anecdotiques en été. Les phénologies et distributions tant sur la zone élargie que sur la zone rapprochée lors de la première année d'exploitation sont similaires aux observations de l'état de référence. L'analyse After-Gradient réalisée avec ces premières données d'exploitation semble indiquer une diminution de la densité dans l'enceinte du parc. Mais ces résultats sont encore incertains (fort niveau d'incertitude), ils seront affinés avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation.

Les autres mouettes côtières présentes sur la zone d'étude sont issues principalement des colonies côtières présentes en Loire-Atlantique et Vendée. Des individus de Mouettes rieuses provenant des populations du nord de l'Europe viennent sur la zone d'étude pendant leur migration vers le sud, ou pour hiverner. Ce qui explique, pour cette espèce, une présence annuelle avec cependant des pics de présence en été et en automne lorsque les individus locaux et migrateurs partagent l'aire d'étude. Pour la mouette mélanocéphale, peu d'individus issus d'autres populations semblent venir sur la zone car les effectifs sont peu variables tout au long de l'année. Aucun individu n'a été observé dans la zone du parc lors des suivis nautiques de la première année d'exploitation, alors que lors de l'état de référence la majorité des observations étaient dans la zone du parc (Tableau 35). Mais le faible nombre de suivis nautiques lors de la première année d'exploitation et le faible nombre d'observations de cette espèce ne permettent pas pour l'instant de tirer la moindre conclusion de cette observation.

Parmi les mouettes pélagiques, quelques individus de Mouette de Sabine et Mouette pygmée ont été observés lors de la première année d'exploitation. La Mouette pygmée est un peu plus présente, en particulier lors des périodes de migration pré et postnuptiale. Pour ces deux espèces, le faible nombre d'observations ne permet pas de sortir des généralités sur leur zone de distribution et sur les différences entre l'état de référence et la première année d'exploitation.

L'analyse After-Gradient regroupant toutes ces espèces semble indiquer une augmentation de la densité à distance du parc, mais la largeur de l'intervalle de confiance ainsi que le nombre d'inflexions de la courbe d'effet de la première année d'exploitation ne nous permettent pas d'être conclusifs sur l'« effet du parc ». Il est possible que le mélange de toutes les espèces de mouettes ayant des aires de distribution plus ou moins côtières rende l'interprétation impossible. Si suffisamment de données sont présentes avec les deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation, le modèle sera testé sur les mouettes pélagiques et les mouettes côtières indépendamment.

L'ensemble de ces espèces vole en grande majorité (> 80%) sous la hauteur de rotation des pales des éoliennes. Cependant, pendant cette première année d'exploitation, une plus grande proportion (+10%) de mouettes a été observés volant dans la zone de collision des pales. À la différence des goélands, aucune mouette n'a été observée sur ou au pied des éoliennes lors de cette première année d'exploitation.

Version post-RSI

5.4 Alcidés

5.4.1 Espèces concernées

Trois espèces d'Alcidés ont été observées lors des suivis menés en 2019/2020 et 2023/2024 :

- Le Guillemot de Troïl (migrateur et hivernant) ;
- Le Pingouin torda (migrateur et hivernant) ;
- Le Macareux moine (migrateur et hivernant).



Figure 38 : Guillemots de Troïl



Figure 39 : Pingouin torda

Parmi ces espèces, le Macareux moine (6 individus observés en 2019/2020 et 9 en 2023/2024) est rare à l'échelle de la zone du parc éolien.

Tableau 40. Synthèse du nombre total d'Alcidés observés sur l'ensemble des transects (grands et petits) et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024).

	2019/2020			2023/2024		
Espèces	Nombre d'individus	Distribution générale	Pic de présence	Nombre d'individus	Distribution générale	Pic de présence
Guillemot de Troïl	1 459	Toutes saisons	Avril Décembre	3 223	Toutes saisons	Décembre, février
Pingouin Torda	135	Automne, hiver, printemps	Octobre	503	Automne, hiver, printemps	Décembre, février
Macareux moine	7	Automne	Octobre	9	Printemps, automne	Décembre, février
Alcidé indéterminé	338	Automne, hiver, printemps	Octobre	1 483	Toutes saisons	Décembre, février

5.4.2 Guillemot de Troïl

5.4.2.1 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

Pendant les suivis de la première année d'exploitation, le Guillemot de Troïl représentait 61% des observations d'Alcidés lors des suivis aériens digitaux. Il a été observé principalement entre octobre et avril, pendant les périodes de migration et d'hivernage. Les pics de densité sont observés en décembre et février. Le nombre élevé d'observations du mois d'avril correspond classiquement à la fin de la période de migration, avec des regroupements et passages ponctuels pouvant être importants pour cette espèce dans le nord du golfe de Gascogne. Quelques rares individus (0,8% des effectifs) ont été observés en période estivale (Tableau 41). Ce sont sûrement soit :

- Des immatures qui ne sont pas allés sur les colonies de reproduction (mai, juin, juillet)
- Des adultes reproducteurs en mue provenant des colonies de reproduction situées en Bretagne, de juvéniles issus de la reproduction ou d'individus venant d'autres populations (juillet, août).

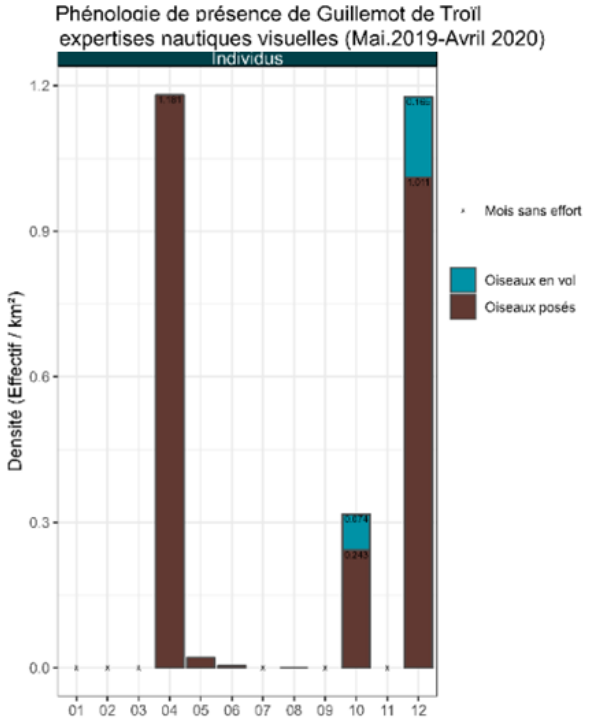
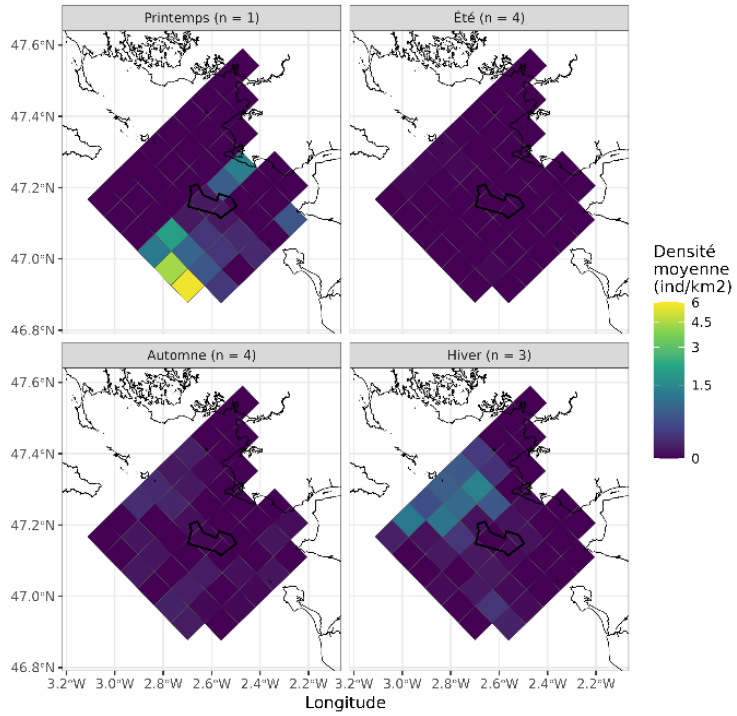
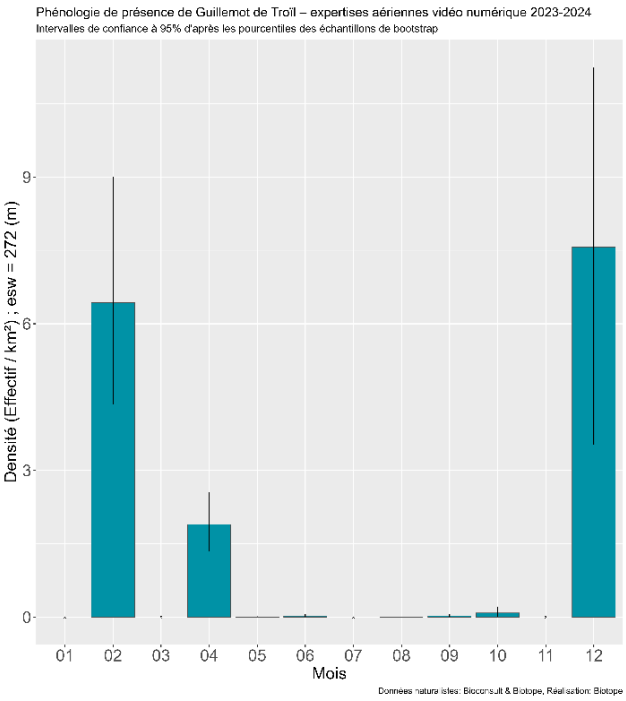
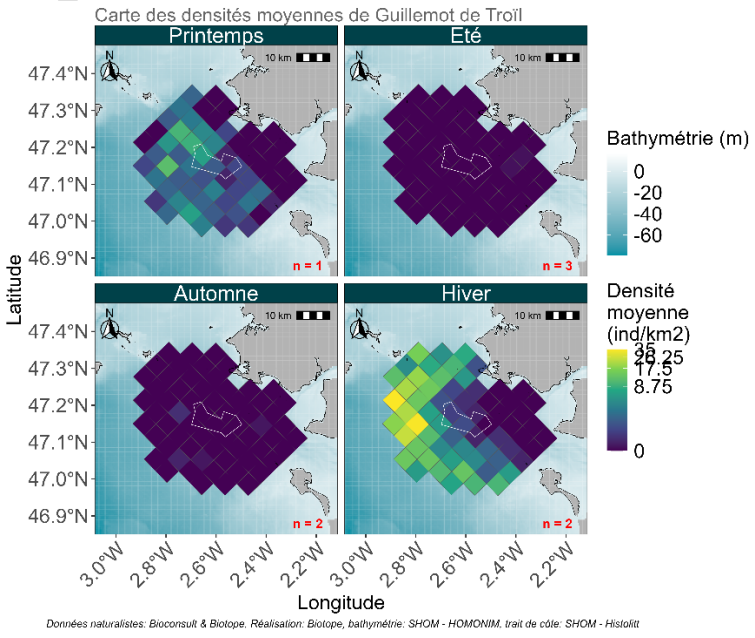
Le Guillemot de Troïl fréquente la plupart de la zone d'étude, avec des zones de plus fortes densités variables. L'ouest de la zone d'étude semble être privilégié par l'espèce en hiver et au printemps. Cette zone s'étend de l'estuaire de la Vilaine et de la presqu'île guérandaise jusqu'au sud de l'île d'Hoëdic et au plateau du Four, une zone à bas fond connue pour sa richesse en poisson. À l'inverse, le quart sud-est en face de l'estuaire de la Loire semble être largement évité.

Une comparaison plus détaillée avec l'état de référence sera faite avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation. A ce stade, aucune différence notable n'est à noter tant dans la phénologie que dans la distribution spatiale entre les deux phases.

Tableau 41. Phénologies et cartes de densités moyennes du Guillemot de Troïl selon les méthodes distance-sampling (état de référence), strip-transect (exploitation) et snapshot – Grands transects

Version post-RST

pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). Sur les phénologies, les densités d'oiseaux posés sont en marrons et les densités d'oiseaux en vols sont en bleus

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		
Exploitation (suivi aérien digital)	 *x : Mois sans effort*	

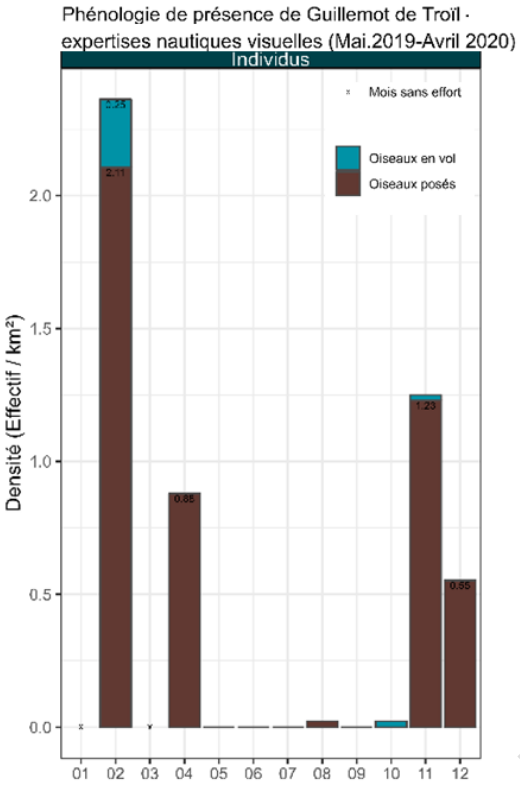
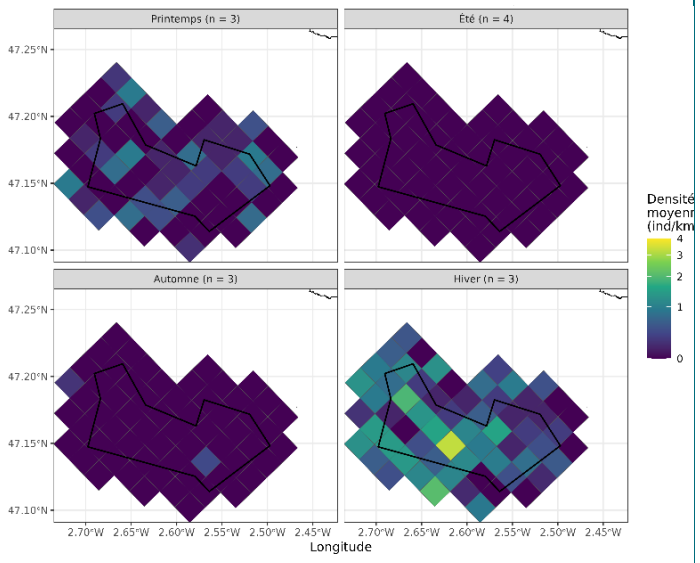
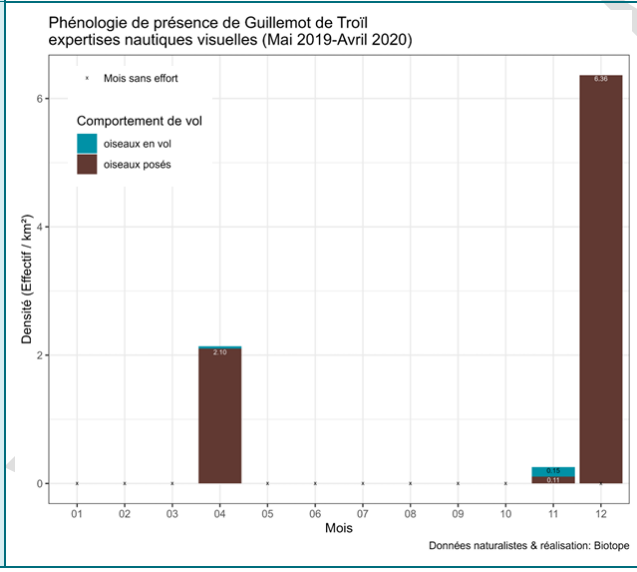
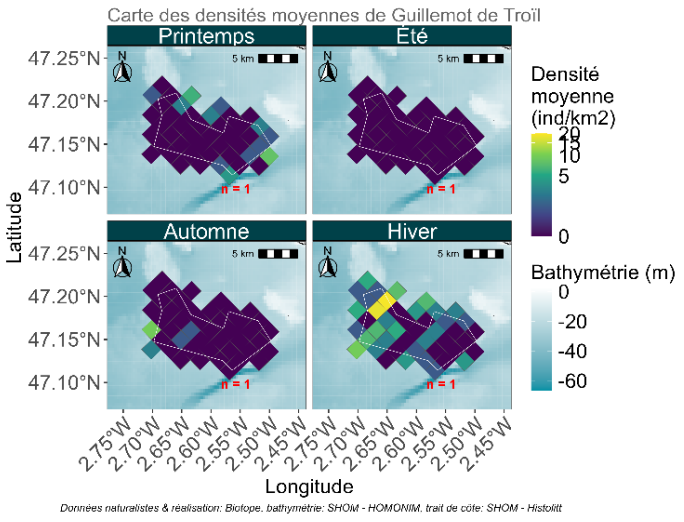
5.4.2.2 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects

Lors des suivis nautiques, les Guillemots de Troïl représentaient 86% des effectifs d'Alcidés observés.

Au niveau de la zone rapprochée du parc, la phénologie de présence des Guillemots de Troïl est semblable à ce qui se passe sur l'ensemble de la zone élargie, avec une présence annuelle bimodale, forte en hiver et début de printemps et très faible à la fin du printemps et en été (Tableau 42). La répartition spatiale en hiver est diffuse sur l'ensemble de la zone du parc. En dehors de la période hivernale, la distribution est plus périphérique.

Version post_RST

Tableau 42. Phénologies et cartes de distribution du Guillemot de Troïl selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). Sur les phénologies, les densités d'oiseaux posés sont en marrons et les densités d'oiseaux en vols sont en bleus

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		
Exploitation (suivi nautique)		

5.4.3 Pingouin torda

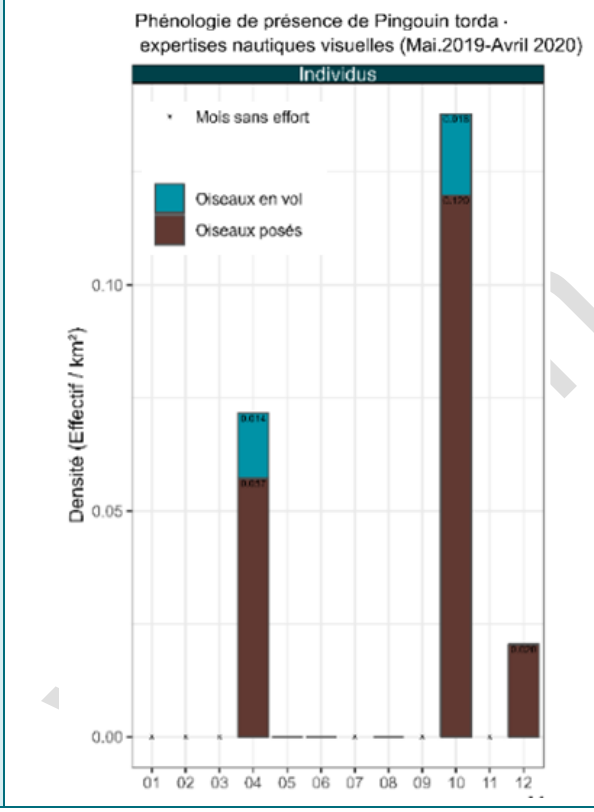
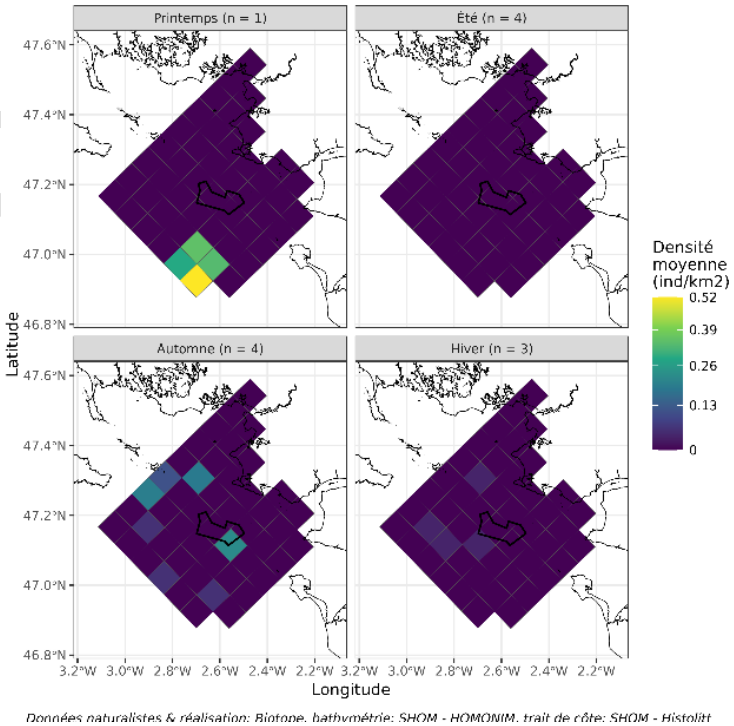
5.4.3.1 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

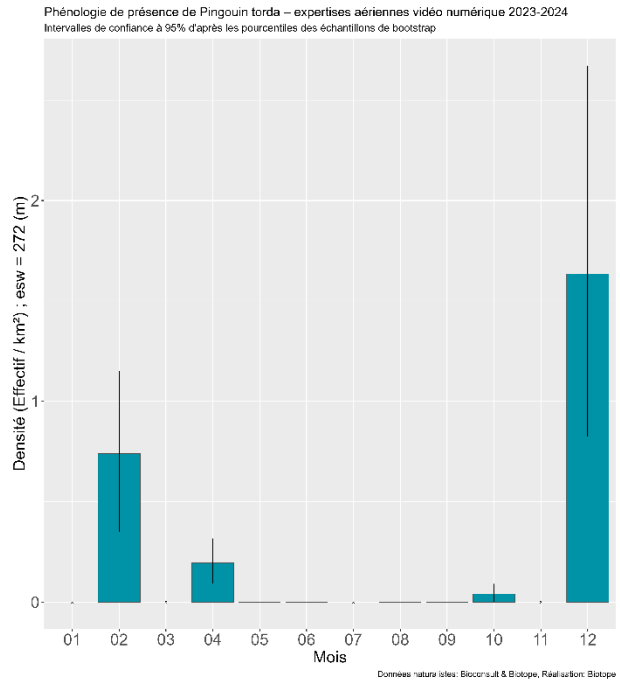
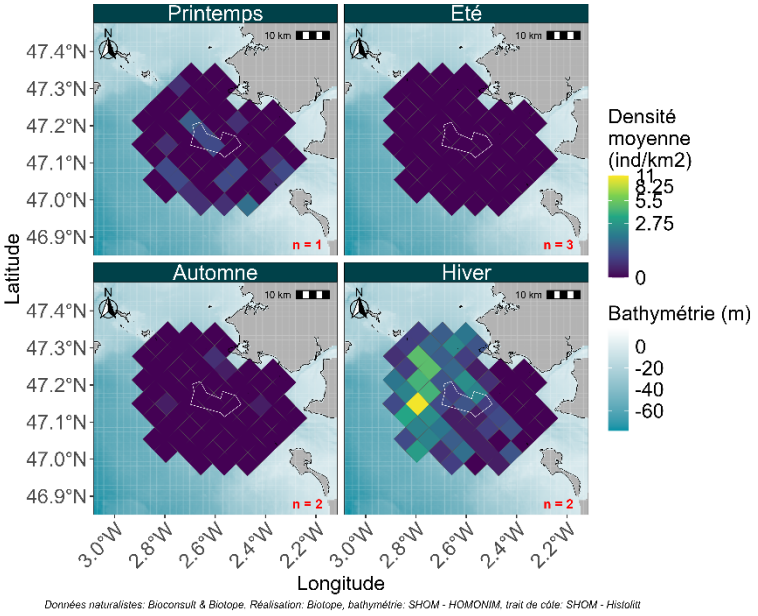
Pendant la première année d'exploitation, le Pingouin torda représentait 9,8% des effectifs observés lors des suivis aériens. Il a été observé d'octobre à avril, lors des passages de migration et en période d'hivernage (Tableau 43) avec un pic d'observations au mois de décembre. Quelques individus ont été observés au cours du printemps, probablement des individus en migration prénuptiale.

L'aire de distribution du Pingouin torda est similaire à celle du Guillemot de Troïl pendant la période de forte abondance (hivernage), c'est-à-dire plutôt à l'ouest et au nord de la zone d'étude. Au printemps, la distribution de l'espèce sur la zone d'étude est plutôt homogène.

Une comparaison avec l'état de référence sera faite avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation. A ce stade, aucune différence notable n'est à noter tant dans la phénologie que dans la distribution spatiale entre les deux phases.

Tableau 43. Phénologies et cartes de densités moyennes du Pingouin torda selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). Sur les phénologies, les densités d'oiseaux posés sont en marrons et les densités d'oiseaux en vols sont en bleus

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		

	Phénologie	Distribution spatiale
Exploitation (suivi aérien digital)	 *x : Mois sans effort*	

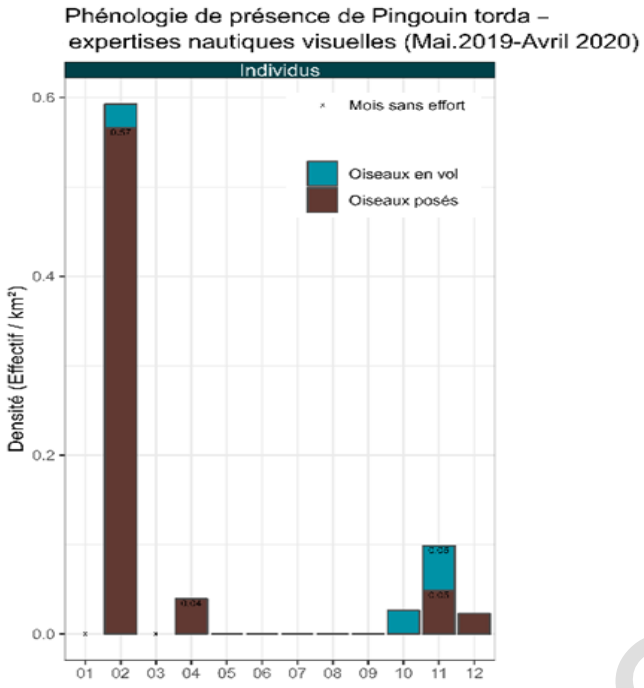
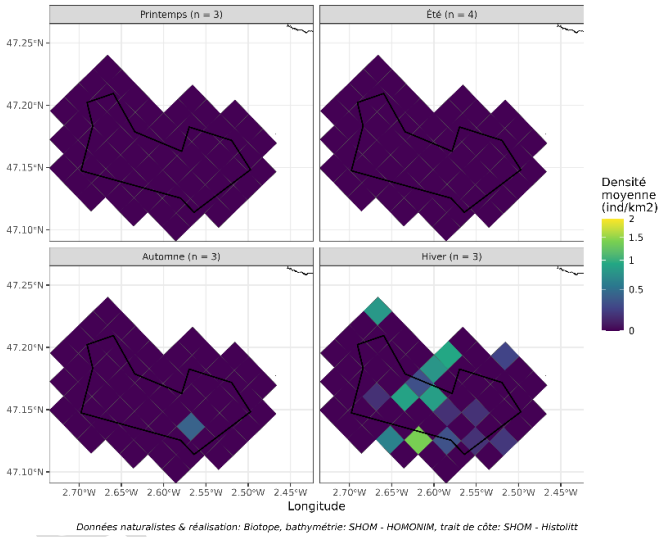
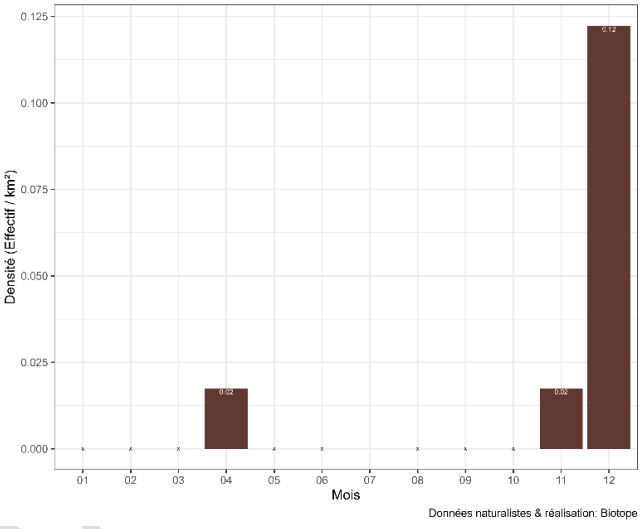
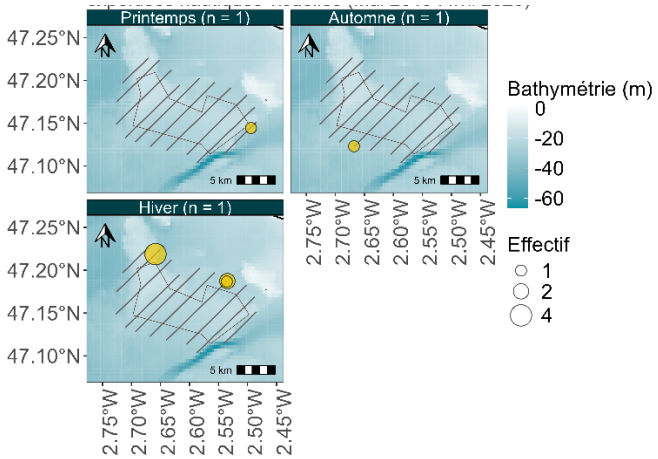
5.4.3.2 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects

Au niveau de la zone rapprochée du parc, lors de la première année d'exploitation, le Pingouin torda représentait 4,5 % (n_obs=9) des effectifs observés. La phénologie de présence du Pingouin torda est semblable à ce qu'il se passe sur l'ensemble de la zone élargie, avec une présence annuelle bimodale, forte en hiver et début de printemps et très faible de la fin du printemps et à l'été (Tableau 44).

Une comparaison avec l'état de référence sera faite avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation. A ce stade, aucune différence notable n'est à noter tant dans la phénologie que dans la distribution spatiale entre les deux phases.

Version post

Tableau 44. Phénologies et cartes de distribution du Pingouin torda selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). Sur les phénologies, les densités d'oiseaux posés sont en marrons et les densités d'oiseaux en vols sont en bleus

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence		
Exploitation (suivi nautique)		

5.4.4 Autres Alcidés

Cette catégorie inclut les rares observations de Macareux moine et les Alcidés indéterminés. Il est fréquent à une certaine distance et sur les images digitales de ne pas arriver à différencier le Guillemot de Troïl et le Pingouin torda. Au cours de tous les suivis réalisés en bateau (petits et grands transects) de l'EDR, 17% des Alcidés ont été classés en Alcidés sp., cette proportion est de 19% lors de la première année d'exploitation (suivis aériens digitaux et suivis nautiques visuels).

Pour les Alcidés indéterminés, les phénologies et cartes de distribution spatiale sur l'ensemble des suivis sont similaires à ce qui a été observé pour le Guillemot de Troïl et le Pingouin torda (voir cartes et phénologies dans section Alcidés indéterminés de l'annexe III.1).

Pour le Macareux moine, les quelques rares observations ont été collectées lors des expertises aériennes digitales en décembre, février, mai et septembre. Aucune observation a eu lieu lors des suivis nautiques.

5.4.5 Analyse After-Gradient des Alcidés

Les résultats de l'After-Gradient lors de la première année d'exploitation montre une augmentation de la densité en s'éloignant du parc quel que soit la fonction d'effet utilisée (Figure 40). La portée de l'impact du parc serait de l'ordre de 7,5 et 10km en fonction du modèle utilisé.

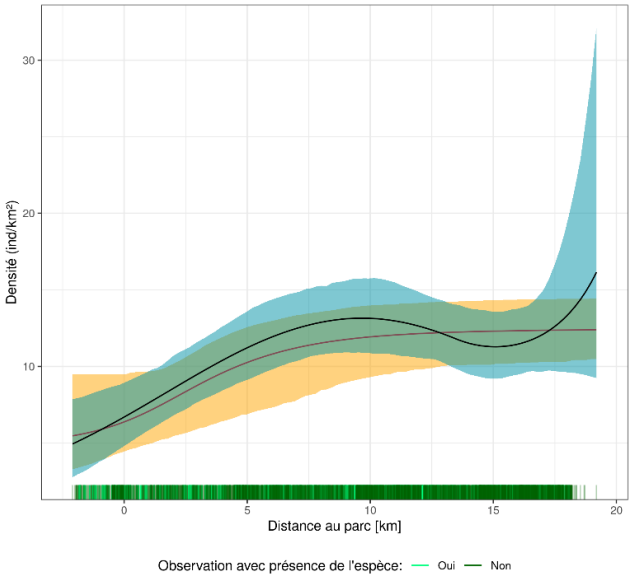


Figure 40 : Estimation de la densité en fonction de la distance au parc en exploitation pour les Alcidés en décembre, en utilisant la méthode After-Gradient avec une fonction de lissage représentée en bleue (intervalles de confiance à 95%) et noire (densité moyenne) et une fonction logistique représentée en jaune (intervalles de confiance à 95%) et rouge (densité moyenne). Sur l'axe des abscisses, des traits verticaux représentent les distances pour lesquelles il y a eu un effort d'échantillonnage sans observation de l'espèce (en vert) et avec présence de l'espèce (en turquoise).

Lors de l'état de référence, le modèle after-gradient indique, que de plus fortes densités étaient déjà observées dans les secteurs éloignés du banc de Guérande (Figure 41). Cependant, l'incertitude autour de ce résultat lors de l'état de référence, ne permet pas de dire si l'évolution de cette densité

Version post-RST

en s'éloignant du banc de Guérande est plus forte ou plus faible lors de la première année d'exploitation que lors de l'EDR.

Cette analyse sera renforcée avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation.

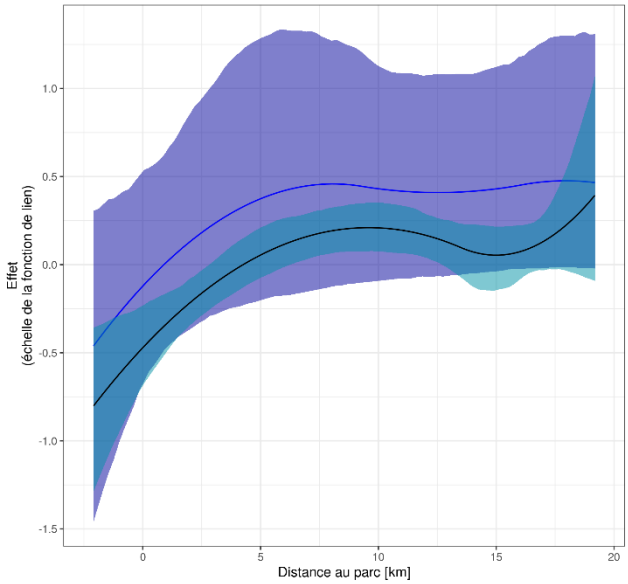


Figure 41 : Effet (échelle log) de la distance au parc sur la densité des Alcidés ajusté par une fonction de lissage sur les données de l'état de référence (courbe bleue -moyenne- et violette -IC95%) et sur les données de la première année d'exploitation (courbe noire -moyenne- et turquoise -CI95%-).

5.4.6 Analyse des comportements

5.4.6.1 Comportement et recherche alimentaire

Le Tableau 26 présente la proportion par espèce des Alcidés observés en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation. Les Pingouins torda et Guillemots de Troïl ont été observés majoritairement posés, alors que les Alcidés non identifiés ont été observés essentiellement en vol.

Tableau 45. Proportion par espèce des Alcidés observés en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation.

Espèces	Grands transects		Petits transects	
	Nombre d'observations	Proportion en vol	Nombre d'observations	Proportion en vol
Guillemot de Troïl	2 028	1,1%	129	12,4%
Pingouin torda	316	1,9%	5	0%
Autres Alcidés	1 167	1,3%	14	78,6%

Aucun Alcidé n'a été observé en association avec des bateaux de pêche pendant les suivis grands transects de la première année d'exploitation.

Version post-CRST

Lors des suivis nautiques, deux Guillemots de Troïl ont eu un comportement d'évitement par rapport au navire d'observation (Figure 42).

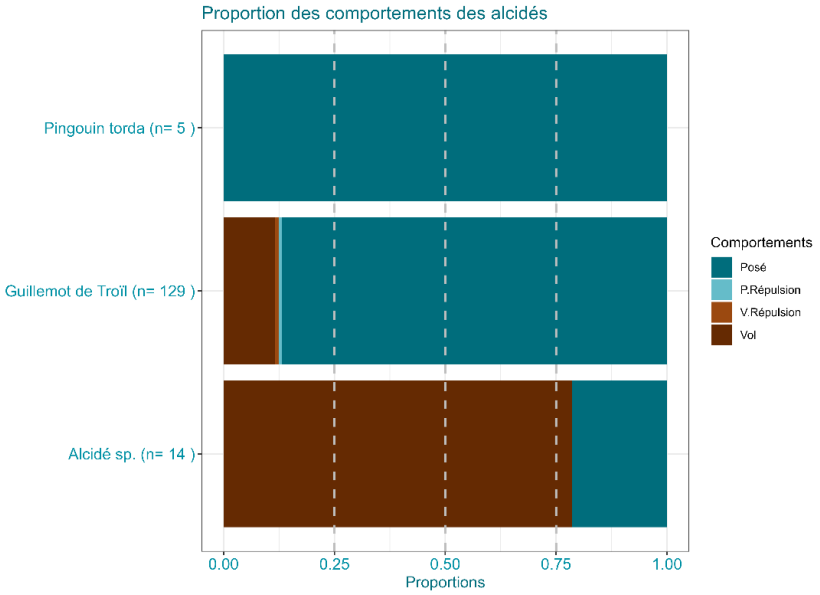


Figure 42 : Proportion des différents comportements observés chez les alcidés lors des suivis nautiques (petits transects) de la première année d'exploitation. Observations d'oiseaux posés (P.), en vols (V.) sans signe d'alimentation, attiré(Attraction) ou repoussé (Répulsion) par le bateau d'observation.

5.4.6.2 Comportement autour des éoliennes

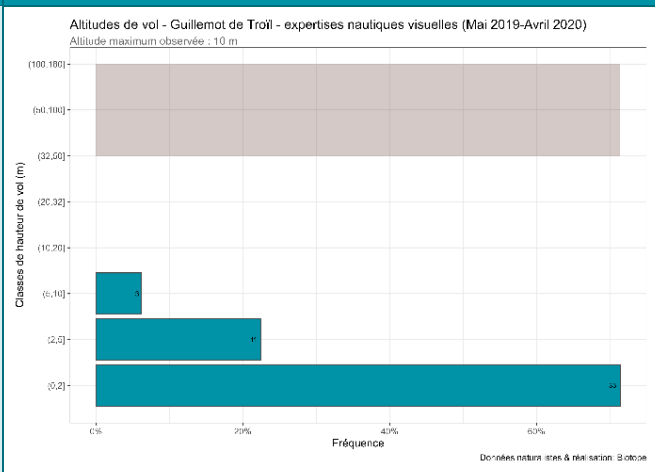
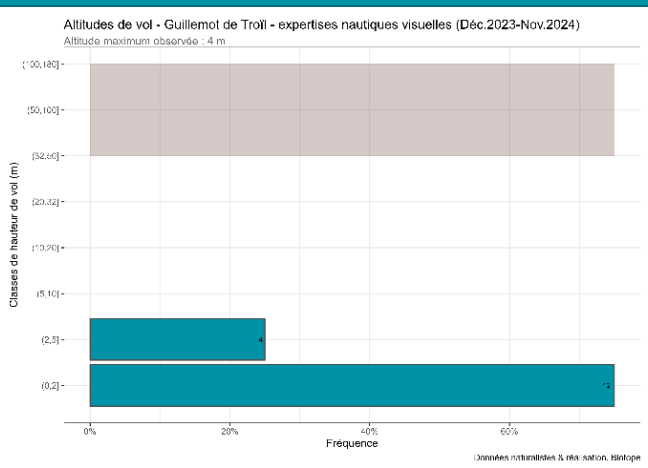
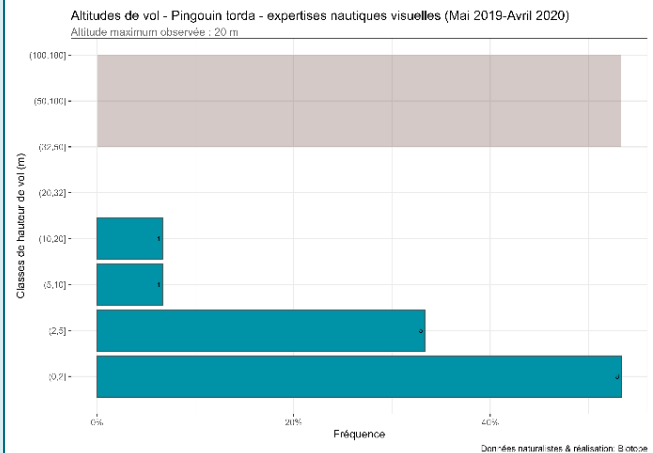
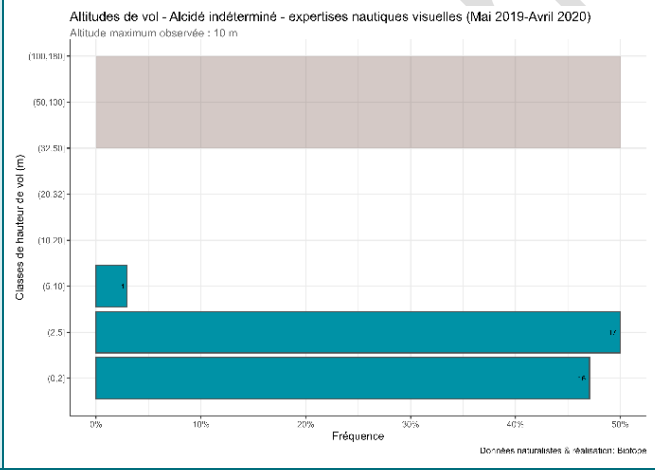
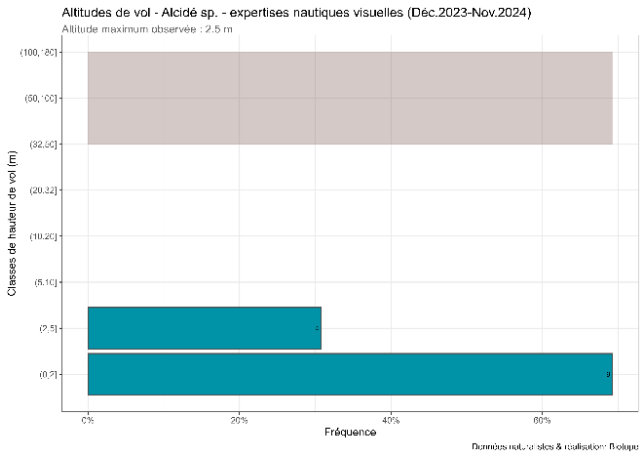
Aucun Alcidé n'a été observé à proximité des éoliennes lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation.

5.4.6.3 Analyse des hauteurs de vol

Parmi les oiseaux en vol, 100% des observations réalisées lors de la première année d'exploitation étaient sous la zone de rotation des pales. La hauteur de vol maximale mesurée était de 4 m (Tableau 46).

Version post-CT

Tableau 46. Hauteurs de vol du Guillemot de Troïl et du Pingouin torda lors des suivis petits transects bateau - État de référence (2019/2020) et première année d'exploitation (2023/2024).

	Etat de référence	Phase d'exploitation année 1
Guillemot de Troïl		
Pingouin torda		Aucun oiseau en vol n'a été observé
Alcidés indéterminés		

5.4.7 Synthèse

Les Alcidés sont des espèces grégaires, de petite taille, qui nichent dans des colonies dont les plus proches sont en Bretagne nord puis, de façon principale, sur les îles britanniques et les côtes du nord de l'Europe. Elles utilisent la zone d'étude essentiellement lors de leur passage en migration pré et postnuptiale ou comme zone d'hivernage. Ce qui explique une présence ponctuelle en avril et une

présence plus régulière en automne et très marquée en hiver. Les rares observations estivales sont sûrement composées de jeunes immatures, de quelques individus des colonies de reproduction de Bretagne ou du nord de l'Europe. Les observations pendant l'EDR et la première année d'exploitation sont en adéquation avec ces connaissances. Ces oiseaux volent au ras de l'eau et sont souvent observés posés en radeaux. L'analyse des hauteurs de vol confirme que 100% des observations étaient à moins de 20 m de haut.

Ces espèces sont identifiées comme ayant une sensibilité générale moyenne aux effets de déplacement liés aux parcs éoliens en mer. La période de présence de ces espèces dans notre zone d'étude est principalement en hiver. Les résultats préliminaires de l'After-Gradient indiquent une augmentation de la densité à l'extérieur du parc. Toutefois, cette différence de densité est aussi présente sur l'analyse gradient faite sur les données de l'état de référence. Ce qui serait en cohérence avec le fait que leur aire de distribution préférentielle semble en marge de la zone rapprochée du parc. Cette analyse sera affinée avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation.

Version post_RSF

5.5 Océanites

5.5.1 Espèces concernées

Deux espèces d'océanites ont été observées lors des suivis de 2019/2020 et 2023/2024 :

- L'Océanite tempête (nicheuse locale) ;
- L'Océanite de Wilson. Un seul individu d'Océanite de Wilson a été observé lors de l'EDR. Cette espèce n'est pas mentionnée dans le reste du chapitre.



Figure 43 : Océanite tempête

Tableau 47. Synthèse du nombre total d'Océanites tempêtes observés sur l'ensemble des transects (grands et petits) et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024).

	2019/2020			2023/2024		
Espèce	Nombre d'individus	Distribution générale	Pic de présence	Nombre d'individus	Distribution générale	Pic de présence
Océanite tempête	99	Printemps, été, automne	Août	2 629	Fin été, début automne	Octobre

Deux océanites observés lors des expertises aériennes digitales de la première année d'exploitation n'ont pas pu être identifiés à l'espèce.

5.5.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

5.5.2.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations

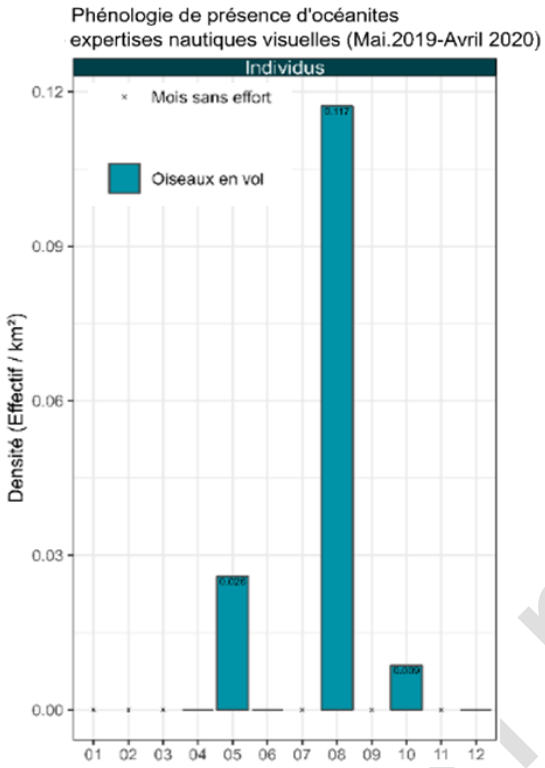
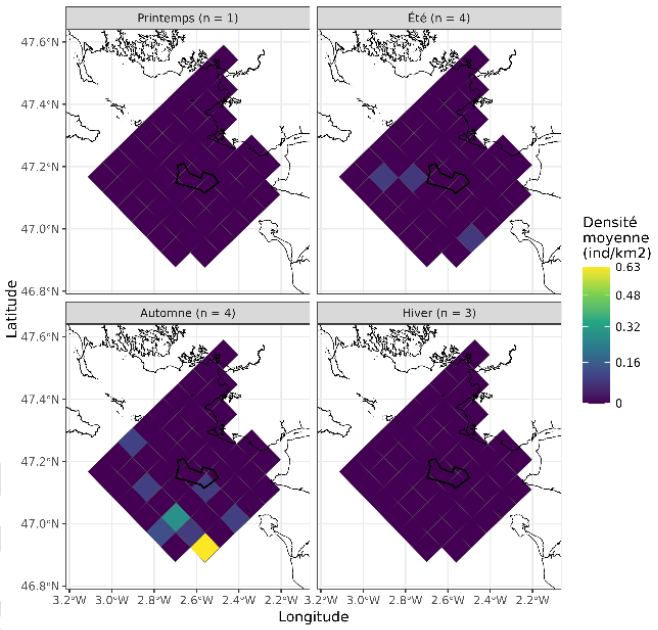
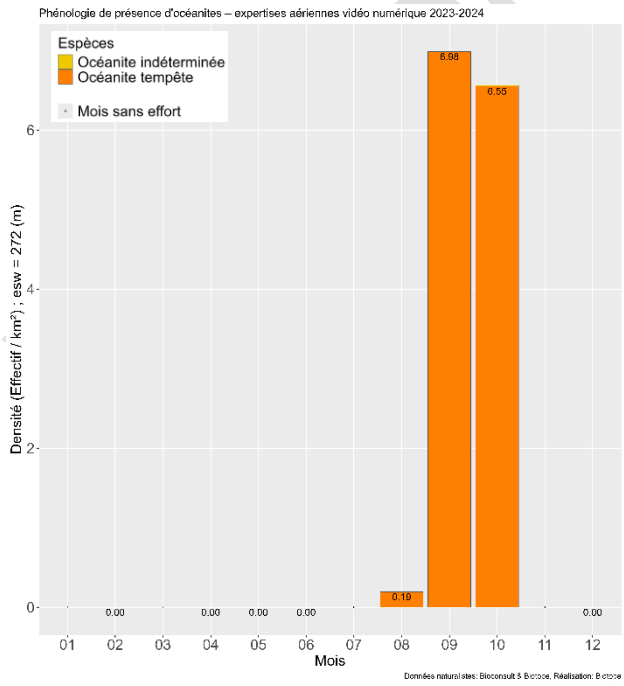
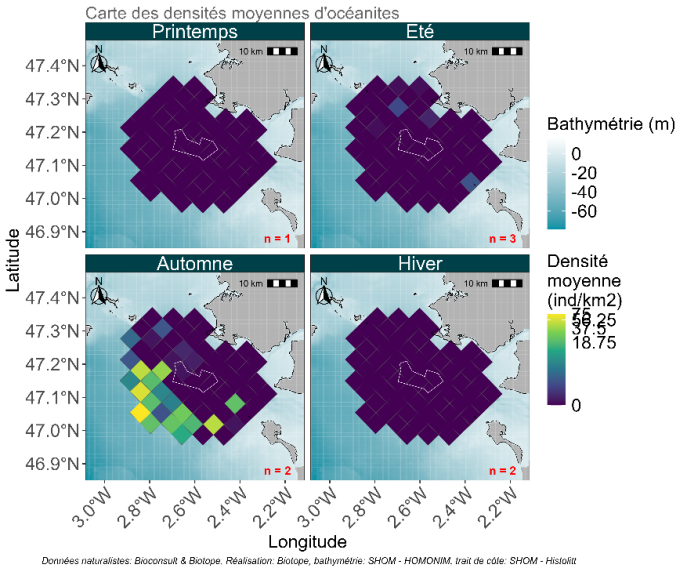
Pendant les suivis de la première année d'exploitation, les observations d'Océanite tempête ont eu lieu d'août à octobre, avec les pics de densité en septembre et octobre (Tableau 48).

L'Océanite tempête fréquente l'ensemble de la zone élargie du parc, mais a été majoritairement observée au nord et au nord-ouest du banc de Guérande pendant l'été et plutôt au sud et au sud-ouest à l'automne. Leur présence est plus diffuse à l'automne qu'en été.

Version POST-CRST

Une comparaison avec l'état de référence sera faite avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation. A ce stade, aucune différence notable n'est à noter tant dans la phénologie que dans la distribution spatiale entre les deux phases.

Tableau 48. Phénologies et cartes de distribution de l'Océanite tempête selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		
Exploitation (suivi aérien digital)		

5.5.2.2 Analyse After-Gradient

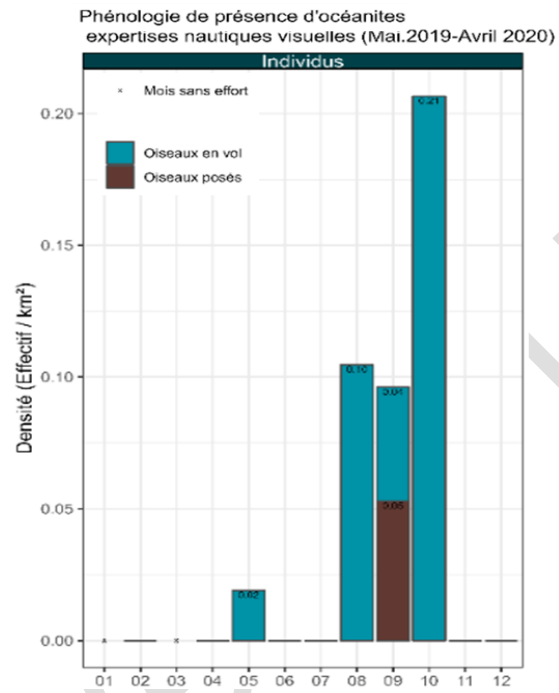
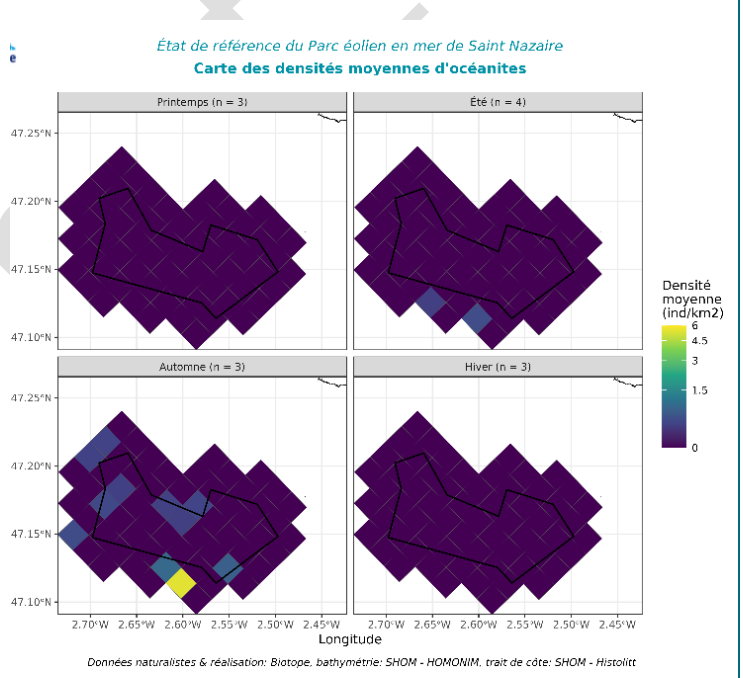
Une analyse After-Gradient a été conduite pour les Océanites, cependant, l'ajustement des modèles aux données n'est pas de suffisamment bonne qualité pour permettre d'interpréter les résultats.

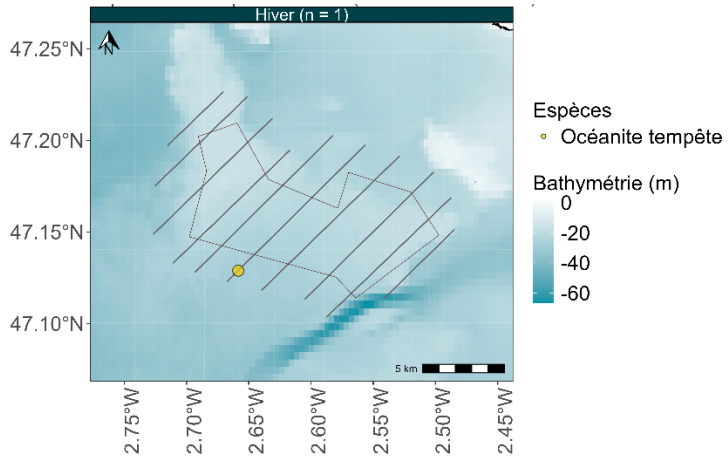
5.5.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects

Lors de la première année d'exploitation, un seul océanite en vol a été observé lors du suivi du mois de décembre à la périphérie du parc.

Une comparaison avec l'état de référence sera faite avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation. À ce stade, avec une seule détection lors de la première année d'exploitation, il n'est pas possible de comparer.

Tableau 49. Phénologies et cartes de distribution de l'Océanite tempête selon les méthodes strip-transect et snapshot– Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence		

	Phénologie	Distribution spatiale
Exploitation (suivi nautique)	Une seule observation en décembre	

5.5.4 Analyse des comportements

5.5.4.1 Comportement et recherche alimentaire

L'Océanite tempête est principalement observée en mer en vol. Le Tableau 63 présente la proportion des océanites observés en vol lors des suivis sur les zones rapprochées et éloignées de la première année d'exploitation.

Tableau 50. Proportion d'océanites observés en vol lors des suivis grands transects de la première année d'exploitation.

Espèces	Grands transects		Petits transects	
	Nombre d'observations	Proportion en vol	Nombre d'observations	Proportion en vol
Océanites	220	95,0%	1	100 %

Cette espèce peut être observée dans le sillage des bateaux de pêche. Cependant, ce comportement n'a pas été observé lors des suivis 2019/2020 et 2023/2024.

5.5.4.2 Comportement autour des éoliennes

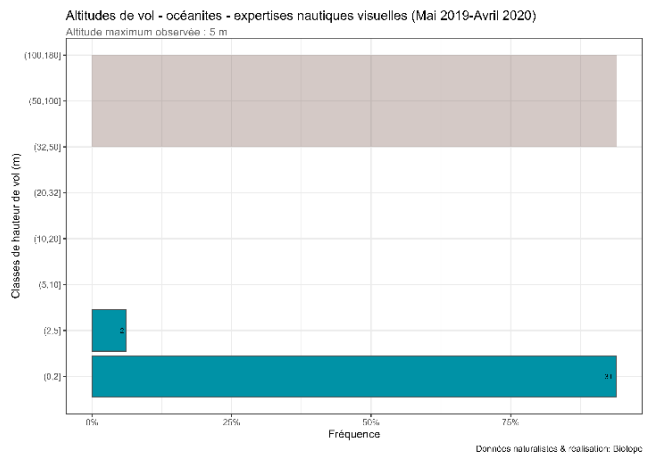
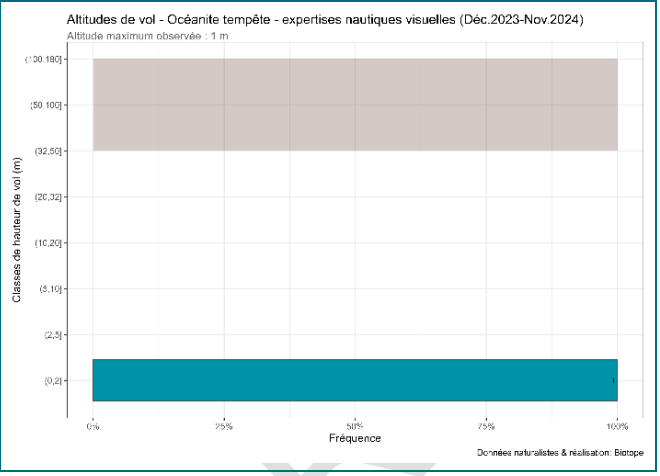
Aucun océanite n'a été observé à proximité des éoliennes lors de la première année d'exploitation

5.5.4.3 Analyse des hauteurs de vol

L'océanite observé en vol lors de la première année d'exploitation volait au ras de la surface.

Version post_Re

Tableau 51. Hauteurs de vol des océanites lors des suivis petits transects bateau - État de référence (2019/2020) et première année d'exploitation (2023/2024).

Etat de référence	Phase d'exploitation année 1
	

5.5.5 Synthèse

L'Océanite tempête est un petit oiseau pélagique qui se déplace essentiellement au large des côtes, avec un vol plutôt au ras des vagues pour attraper ses proies. Les individus observés sur la zone d'étude peuvent provenir des petites colonies présentes dans l'archipel de Houat ou au nord de celle-ci, ils peuvent aussi être issus des populations britanniques en migration postnuptiale (fin été, automne) vers l'Afrique de l'Ouest ou prénuptiale (printemps). La variabilité interannuelle importante des observations en mer est connue pour cette espèce.

Les observations de la première année d'exploitation sont similaires et cohérentes avec les connaissances sur l'espèce. Une présence à la fin de l'été et au début de l'automne (migration postnuptiale), une distribution plutôt centralisée sur le nord de la zone d'étude en été et qui s'étend vers l'ouest et le sud-ouest du banc de Guérande en automne. Au niveau de la zone rapprochée du parc, une seule observation en dehors du parc a eu lieu lors du suivi petit transect du mois de décembre. Le même jour, un survol digital avait lieu et aucune détection d'océanite n'a été reportée. Il n'y a pas eu de suivis nautiques pendant les mois avec habituellement des abondances plus élevées (août et octobre), mois pendant lesquels il y a eu de nombreuses observations lors des suivis digitaux. Les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation permettront d'affiner cette analyse et de conduire une analyse d'After-Gradient.

Toutes les observations d'oiseaux en vol ont été faites au ras de l'eau, ce qui rend cette espèce difficile à détecter dès qu'il y a un peu de vague ou de houle.

Version post

5.6 Sulidés

5.6.1 Espèces concernées

La seule espèce de cette famille présente en France et localement est le Fou de Bassan. Celui-ci a été observé tout au long de l'année sur la zone du parc éolien, quelle que soit la période considérée.



Figure 44 : Fou de Bassan

Tableau 52. Synthèse du nombre total de Fous de Bassan observés sur l'ensemble des transects (grands et petits) et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024).

	2019/2020			2023/2024		
Espèces	Nombre d'individus	Présence générale	Pic de présence	Nombre d'individus	Présence générale	Pic de présence
Fou de Bassan	3 278	4 saisons	Avril Octobre	1 631	4 saisons	Février

5.6.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

5.6.2.1 Phénologie de présence, estimation d'effectifs et distribution des observations

Lors de la première année d'exploitation, le Fou de Bassan a été détecté lors de chaque sortie. Ceci traduit une présence annuelle de cette espèce dans la zone d'influence du parc.

La densité des individus observés a augmenté entre la fin de l'été et l'automne (d'août à octobre) sur l'ensemble de l'aire d'étude élargie, avec toutefois une densité un peu plus forte vers le large. On note des densités ponctuellement élevées sur certains secteurs à l'ouest du parc éolien, zones de pêche et d'alimentation favorables au Fou de Bassan. La présence plus marquée de l'espèce en fin d'été et à l'automne est très classique pour cette espèce dans le nord du golfe de Gascogne, et correspond à la dispersion des oiseaux nicheurs et des jeunes, parfois à grande distance de leur colonie de reproduction. En hiver et au printemps, les observations ont été moins nombreuses, à l'exception du mois de février, avec une distribution principalement concentrée au sud, sud-ouest et à l'ouest de la zone d'étude (Tableau 54). Le pic de densité observé en février était associé à un nombre

Version POST-RST

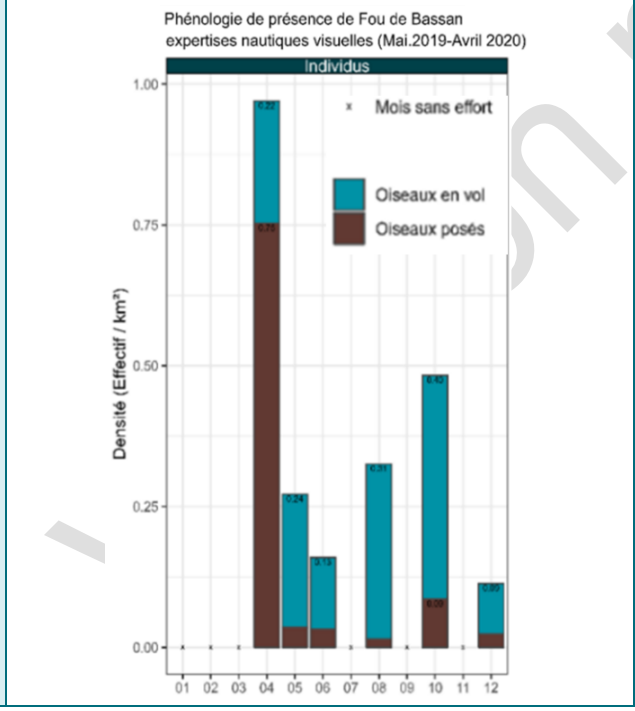
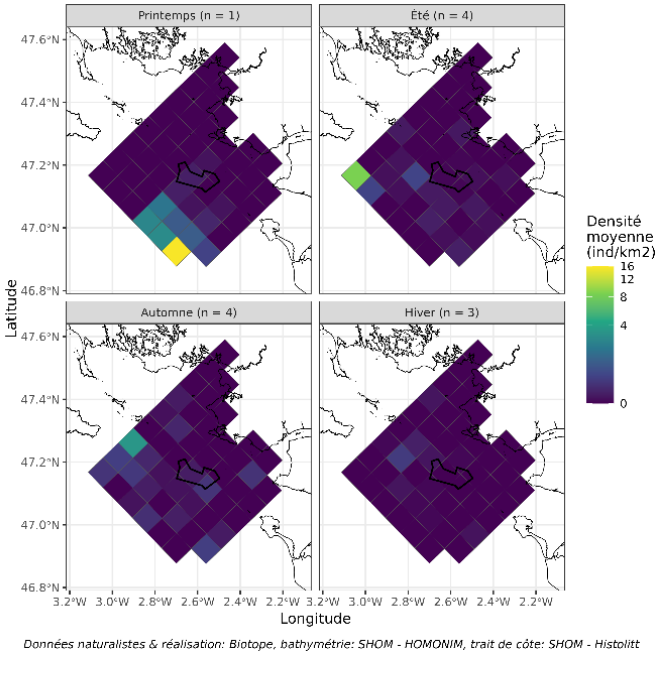
d'observations important (n_obs=154) et à la présence de plusieurs grands groupes concentrés au sud-ouest de la zone non loin du « grand trou ». Lors de cette saison la taille moyenne des groupes observés était de 2,85 individus dont une taille de groupe moyenne de 3,4 individus en février, alors que lors des autres saisons, la taille des groupes est inférieure à 1,30 individus par groupe (Tableau 53).

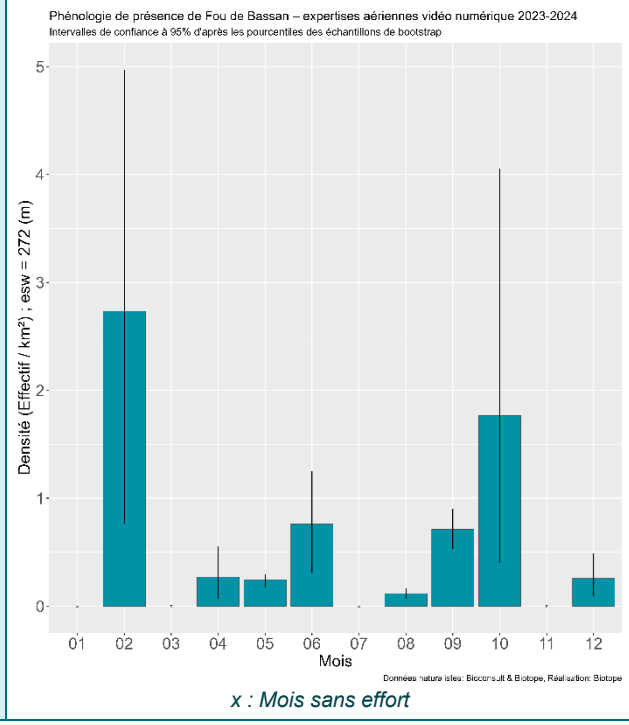
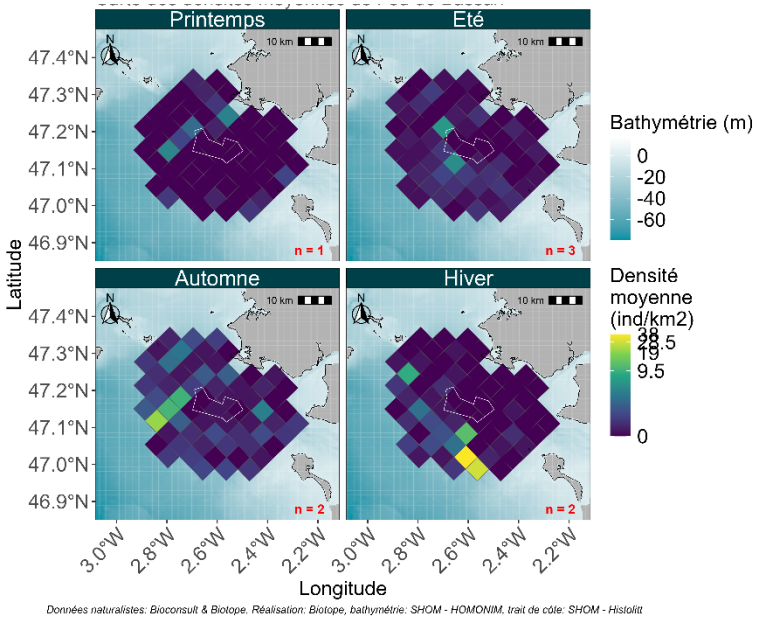
Une comparaison plus détaillée avec l'état de référence sera faite avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation.

Tableau 53. Tailles des groupes par saison des Fous de Bassan observés lors des suivis grands transects de la première année d'exploitation.

Saison	Minimum	Moyenne	Maximum	Ecart-type
Automne	1	1,30	10	0,97
Eté	1	1,21	9	0,94
Hiver	1	2,85	36	4,30
Printemps	1	1,07	2	0,25

Tableau 54. Phénologies et cartes de densités moyennes pour le Fou de Bassan, selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		

	Phénologie	Distribution spatiale
Exploitation (suivi aérien digital)	 *x : Mois sans effort*	

5.6.2.2 Analyse After-Gradient

Les résultats de l'After-Gradient lors de la première année d'exploitation indique un pic de densité à environ 5 km de la périphérie du parc avec le modèle de lissage ce qui correspond à l'estimation de la portée de l'impact. Le modèle logistique indique une augmentation de la densité en s'éloignant du parc avec un plateau très vite atteint à 2 km de la périphérie. Ce plateau correspond environ à la moyenne du modèle de lissage après 2 km (Figure 45).

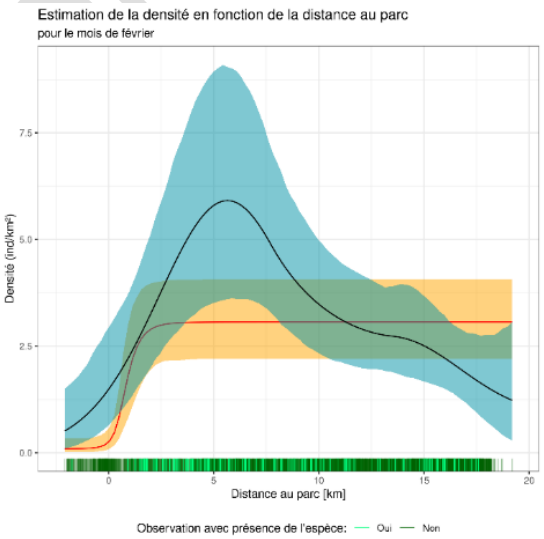


Figure 45 : Estimation de la densité en fonction de la distance au parc en exploitation pour le Fou de Bassan en février en utilisant la méthode After-Gradient avec une fonction de lissage représentée en bleue (intervalles de confiance à 95%) et noire (densité moyenne) et une fonction logistique représentée en jaune (intervalles de confiance à 95%) et rouge (densité moyenne). Sur l'axe des

Version post

abscisses, des traits verticaux représentent les distances pour lesquelles il y a eu un effort d'échantillonnage sans observation de l'espèce (en vert) et avec présence de l'espèce (en turquoise).

La comparaison avec la courbe d'effet de l'état de référence semble montrer que cette augmentation n'était pas présente lors de l'état de référence (***Figure 46***). Période pendant laquelle, la densité était plutôt stable sur l'ensemble de la zone d'étude. L'incertitude de l'effet est beaucoup plus importante avec les données de l'état de référence. Ces résultats pourraient indiquer un effet de déplacement à environ 5km de la périphérie du parc.

Cette analyse sera affinée avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation.

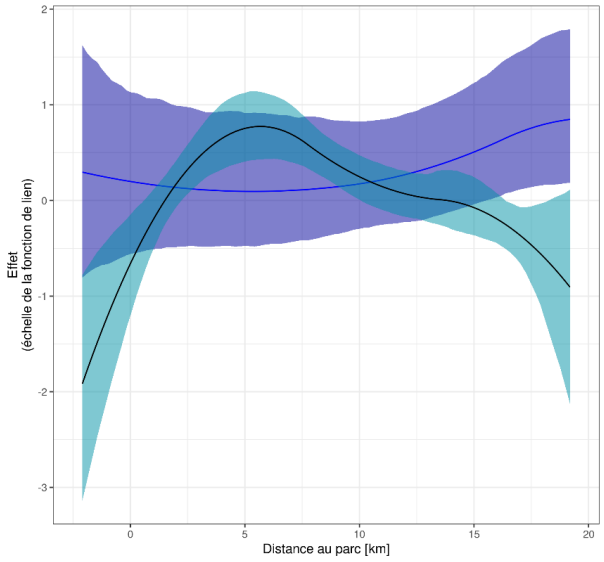


Figure 46 : Effet (échelle log) de la distance au parc sur la densité du Fou de bassan ajusté par une fonction de lissage sur les données de l'état de référence (courbe bleue -moyenne- et violette -IC95%) et sur les données de la première année d'exploitation (courbe noire -moyenne- et turquoise -CI95%-).

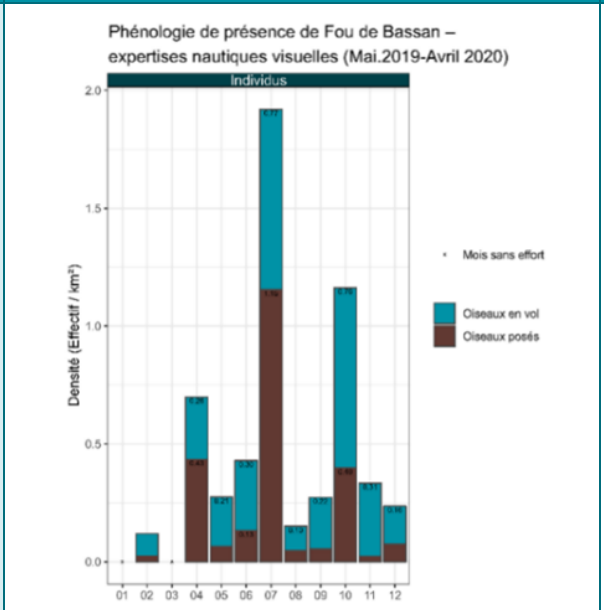
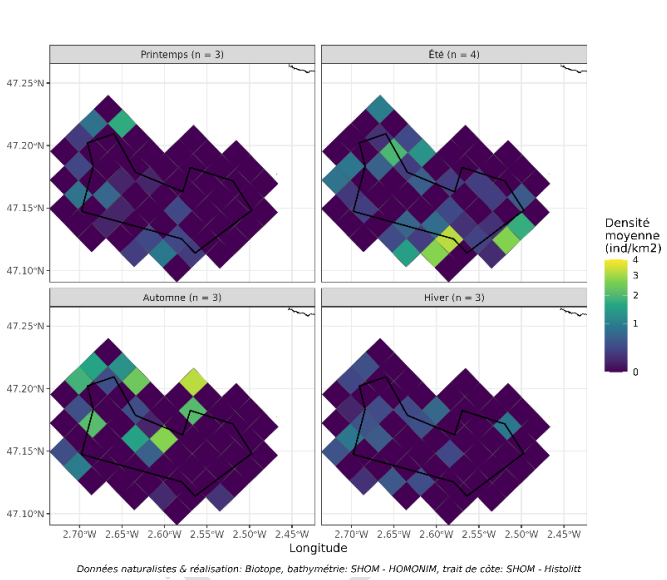
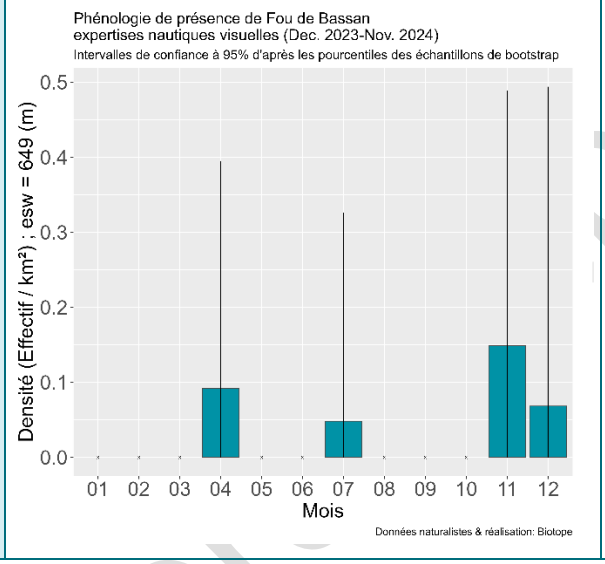
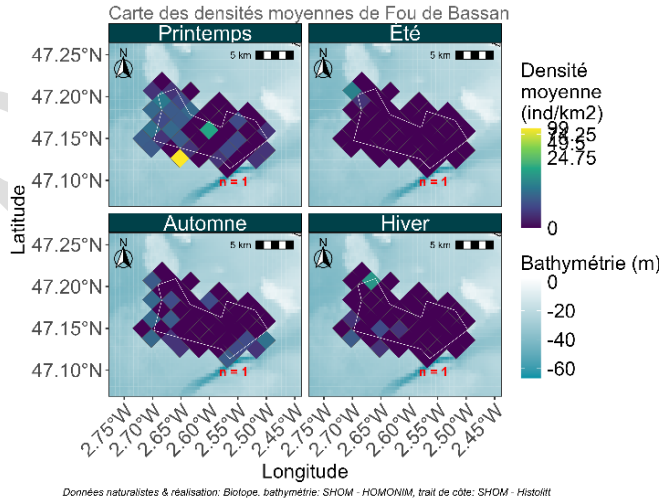
5.6.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects

A l'échelle plus locale de la zone du parc, très peu d'observations de Fou de Bassan ont été notées lors des 4 suivis nautiques menés lors de la première année d'exploitation (Tableau 55). C'est au mois de novembre que le plus d'individus ont été observés. Pendant cette première année, au printemps, la répartition des individus était homogène sur l'ensemble de la zone du parc. Pendant les autres saisons, la distribution semble plus se concentrer sur la périphérie du parc.

Une comparaison avec l'état de référence sera faite avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation.

Version PUBLIQUE

Tableau 55. Phénologies et cartes de densités moyennes pour le Fou de Bassan selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		
Exploitation (suivi nautique)		

5.6.4 Analyse des comportements

5.6.4.1 Comportement et recherche alimentaire

Lors des suivis grands transects, 52% des observations étaient des oiseaux en vol et aucune observation de groupes suivant des bateaux de pêches n'a été observé. Lors des suivis nautiques, 80% des observations étaient des oiseaux en vol (Tableau 56). Également, 7% des observations étaient des observations d'alimentation (Figure 47).

Tableau 56. Proportion de Fous de Bassan observés en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation.

Espèces	Grands transects		Petits transects	
	Nombre d'observations	Proportion en vol	Nombre d'observations	Proportion en vol
Fou de Bassan	797	51,6%	138	80%

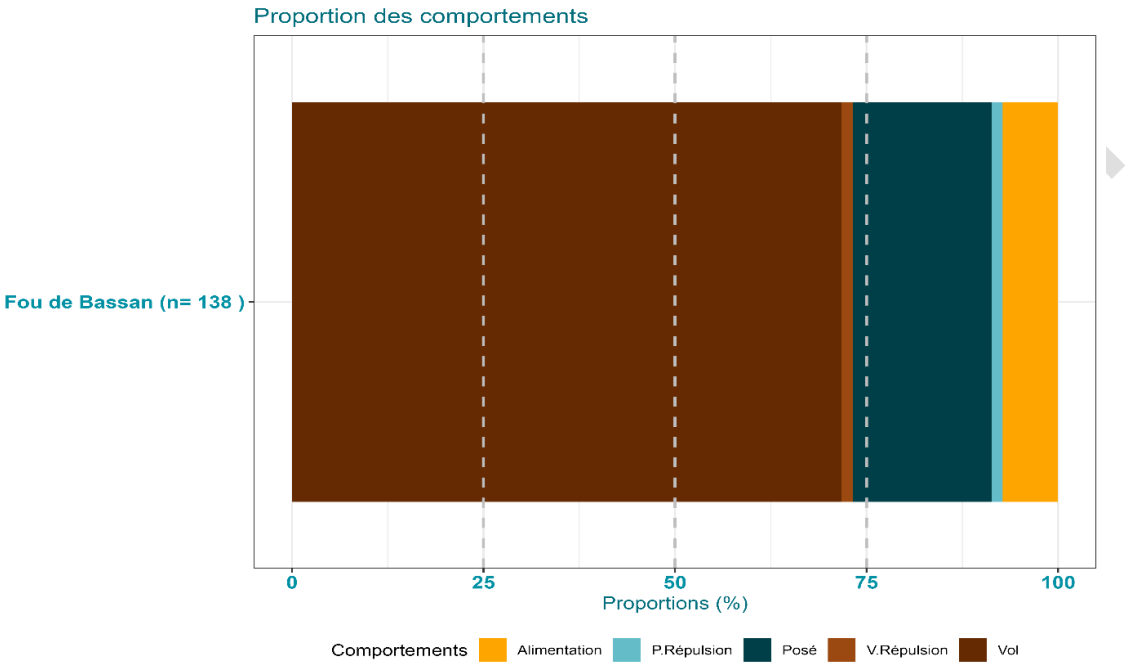


Figure 47 : Proportion des différents comportements observés chez le Fou de Bassan lors des suivis nautiques (petits transects) de la première année d'exploitation. Observations : en recherche active d'alimentaire (alimentation), posé sans signe d'alimentation (Posé), en vol sans signe d'alimentation (Vol) , posé avec un comportement de répulsion (P. Répulsion) par le bateau d'observation. Alimentation active au pied d'une éolienne (Alimentation éolienne).

5.6.4.2 Comportement autour des éoliennes

Aucun Fou de Bassan n'a été observé à proximité des éoliennes lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation.

5.6.4.3 Analyse des hauteurs de vol

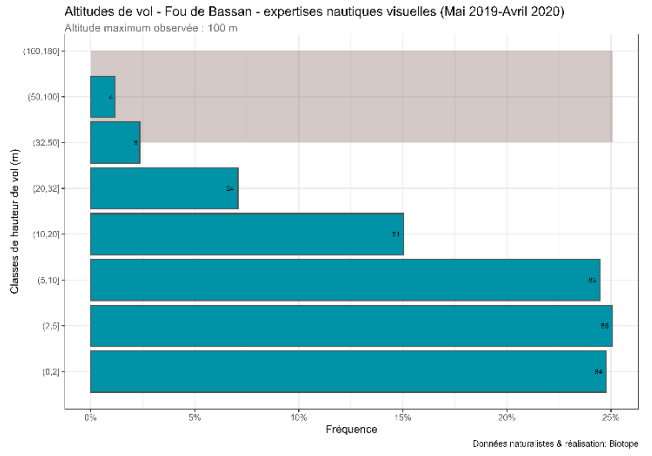
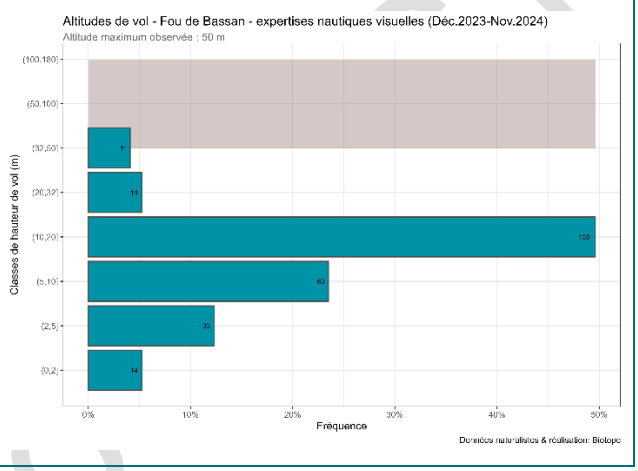
Les Fous de Bassan observés dans la zone rapprochée du parc ont été, pour 92% d'entre eux, notés à moins de 32 m de hauteur (Tableau 58). La majorité des oiseaux a été observée en vol à moins de 20 m de haut dans la zone du parc éolien. Ces valeurs sont constantes entre les suivis de l'EDR et de la première année d'exploitation et la distribution de gamme des hauteurs de vol est similaire entre ces deux phases (Tableau 57).

Version K

Tableau 57. Proportion d'individus de Fou de Bassan observés en vol lors des suivis petits transects sous la zone de rotation des pales des éoliennes (< 32 m). Le nombre d'individus observés en vol est indiqué entre parenthèses.

Espèce	2019/2020	2023/2024
Fou de Bassan	96,4% *(n_obs=327)*	92,2% (n_obs=*103*)

Tableau 58. Distribution des hauteurs de vol du Fou de Bassan observées pendant l'EDR et la première année d'exploitation.

Etat de référence	Phase d'exploitation année 1
	

5.6.5 Synthèse

Le Fou de Bassan est une espèce peu grégaire en dehors de sa colonie, les individus observés sont souvent seuls (la médiane des tailles des groupes observés est de 1), présente toute l'année dans la zone d'étude. Ces individus sont des migrateurs partiels qui viennent de colonies plus au nord. Le pic de passage migratoire de ces colonies du nord vers leurs sites de reproduction est similaire au printemps et à l'automne, mais il est mis en évidence de manière variable selon les années en fonction des conditions météo favorables à la présence des oiseaux sur les côtes (vent d'ouest). Le pic d'automne inclut en plus des oiseaux en migration vers le nord, la dispersion des oiseaux nicheurs et des jeunes, parfois à grande distance de leur colonie de reproduction. En hiver et en été, leur présence est normalement plus faible dans la zone d'étude.

Lors de la première année d'exploitation, à l'échelle de la zone élargie du parc, ces phénologies ont été observées avec cependant des effectifs bas au printemps par rapport aux attentes. Tout comme pour les goélands, cela pourrait être une conséquence des conditions météorologiques du printemps 2024. Lors des suivis sur la zone rapprochée de la première année d'exploitation, il y a eu un seul suivi par saison. Des détections ont eu lieu à chaque fois.

Les résultats préliminaires de l'analyse After-Gradient indiquent un pic de densité de présence de Fou de Bassan à environ 5 km de la périphérie du parc qui n'était pas présent lors de l'état de référence. Ce résultat pourrait indiquer un effet de déplacement de cette espèce à la périphérie du parc lors de la phase d'exploitation. Ces résultats seront affinés avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation. C'est, pour la grande majorité, des oiseaux en vol qui ont été observés, donc probablement des oiseaux en recherche de nourriture avec un comportement de vol

Version pour

aléatoire sur l'ensemble de la zone d'étude. Le Fou de Bassan vole principalement à des hauteurs qui sont inférieures à 32 m, donc sous la hauteur de pales des éoliennes.

Version post_RST

5.7 Procellariidés

5.7.1 Espèces concernées

Cinq espèces de Procellariidés ont été observées lors des suivis menés en 2019/2020 et 2023/2024 :

- Le Fulmar boréal (migrateur et hivernant dans le golfe de Gascogne) ;
- Le Puffin cendré (migrateur assez rare) ;
- Le Puffin majeur (migrateur strict, en passage en période postnuptiale principalement) ;
- Le Puffin fuligineux (migrateur strict, en passage en période postnuptiale principalement) ;
- **Le Puffin des Baléares** (migrateur strict, principalement observé en été et automne, mais dorénavant également observé en hiver en Atlantique ; nicheur exclusif dans les îles Baléares ; espèce à fort enjeu de conservation classée en danger d'extinction) ;
- Le Puffin des Anglais (nicheur local très rare dans le Morbihan).



Figure 48 : Puffin des Baléares.



Figure 49 : Puffin fuligineux.



Figure 50 : Puffin des Anglais.



Figure 51 : Fulmar boréal.

Parmi ces espèces, le Fulmar boréal et le Puffin majeur sont rares à l'échelle de la zone d'étude. Le Puffin fuligineux et le Puffin des Anglais peuvent être qualifiés de peu communs. Seul le Puffin des Baléares est observé régulièrement et en effectifs significatifs sur les deux zones d'étude.

Les 4 espèces rares et peu communes sont associées aux données des puffins indéterminés lors des analyses. Les données concernant le Puffin des Baléares identifiés sont analysées indépendamment.

Tableau 59. Synthèse du nombre total de Puffins des Baléares observés sur l'ensemble des transects (grands et petits), et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024).

	2019/2020			2023/2024		
Espèce	Nombre d'individus	Distribution générale	Pic de présence	Nombre d'individus	Distribution générale	Pic de présence
Puffin des Baléares	613	Printemps, été, automne	Juin	806	Eté, automne	Octobre

Tableau 60. Nombres d'individus d'autres puffins observés sur l'ensemble des transects (grands et petits) lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024).

Espèces	2019/2020	2023/2024
Fulmar boréal	1	0
Puffin cendré	0	104
Puffin des Anglais	6	118
Puffin fuligineux	3	1
Puffin majeur	0	32
Puffin indéterminé	3	289

Lors de la première année d'exploitation uniquement 27 Puffins de Baléares et 16 Puffins des Anglais ont été observés lors des suivis nautiques, toutes les autres observations ont eu lieu avec les données digitales.

5.7.2 Puffins des Baléares

5.7.2.1 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

5.7.2.1.1. Phénologie de présence, estimation d'effectifs et distribution des observations

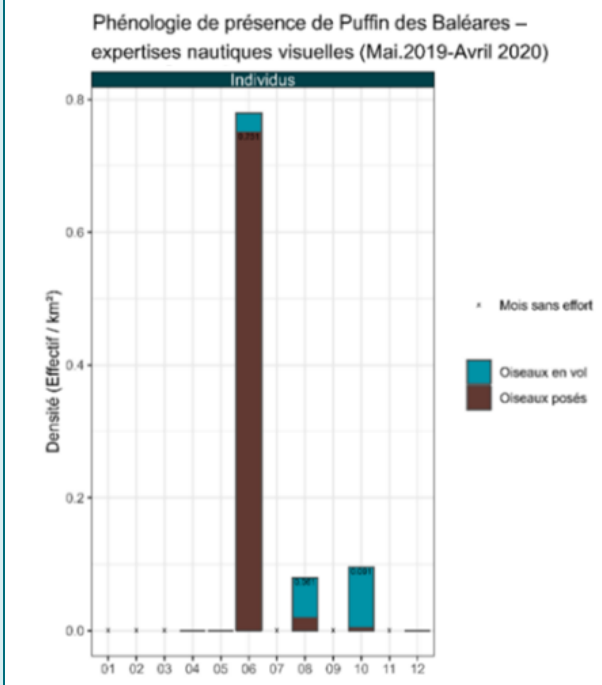
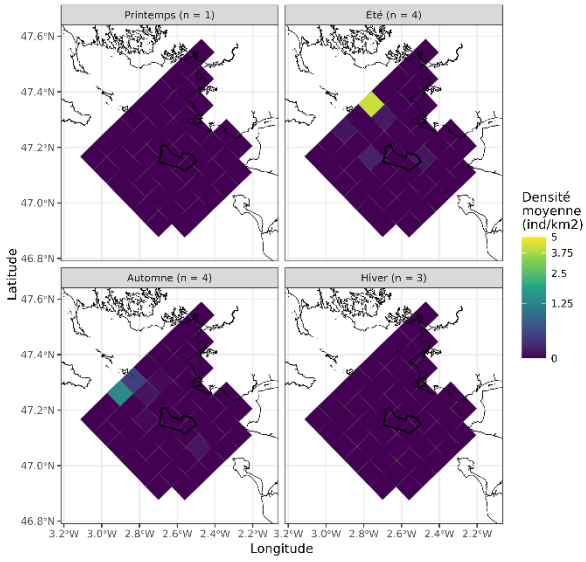
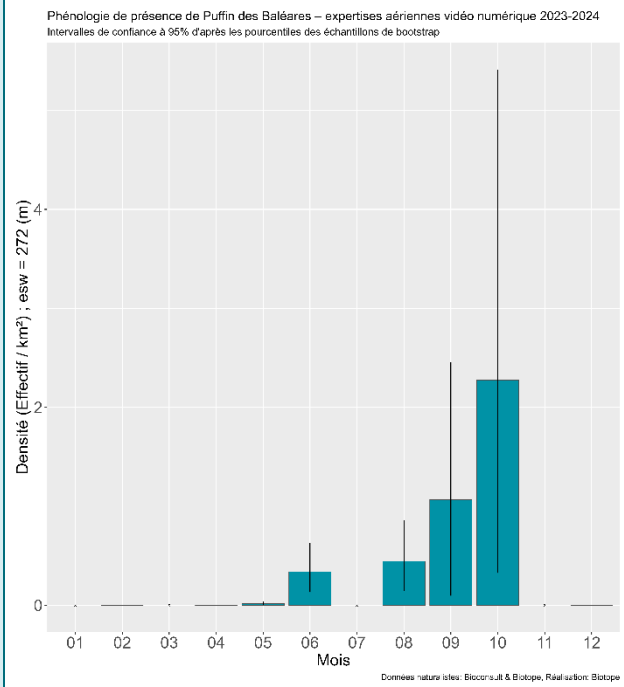
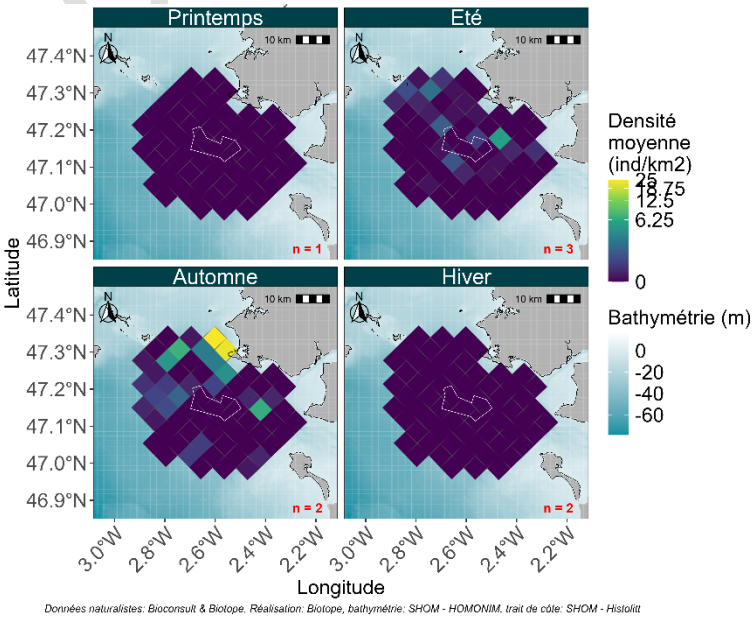
Le Puffin des Baléares était présent dans la zone élargie du parc lors de la première année d'exploitation, principalement du mois de juin au mois d'octobre, lors des suivis 2023/2024. Le pic observé pendant la première année d'exploitation est en octobre, il correspond à l'accumulation de nombreuses observations de petits effectifs moindres (Tableau 61).

Pour chaque saison, leur distribution est conforme à ce qui est connu, c'est-à-dire une plus forte concentration au nord de la zone du parc éolien, dans le Mor Braz, aux environs de la pointe du Croisic, dans le secteur du plateau du Four ainsi qu'au niveau du « grand trou » et du plateau de la Banche Il s'agit de zones de stationnements estivaux de concentration régulière de cette espèce à l'échelle locale, connue pour ses eaux riches en proies.

Une comparaison avec l'état de référence sera faite avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation. A ce stade, aucune différence notable n'est à noter tant dans la phénologie que dans la distribution spatiale entre les deux phases.

Version post_RST

Tableau 61. Phénologies et cartes de densités moyennes du Puffin des Baléares selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		
Exploitation (suivi aérien digital)	 *x : Mois sans effort*	

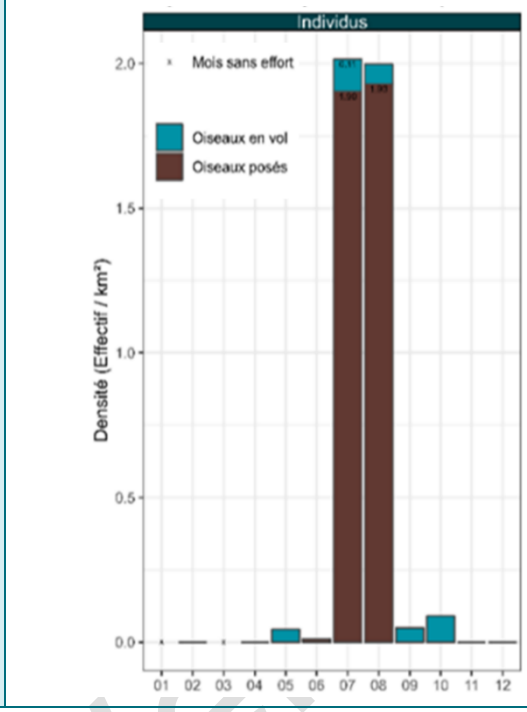
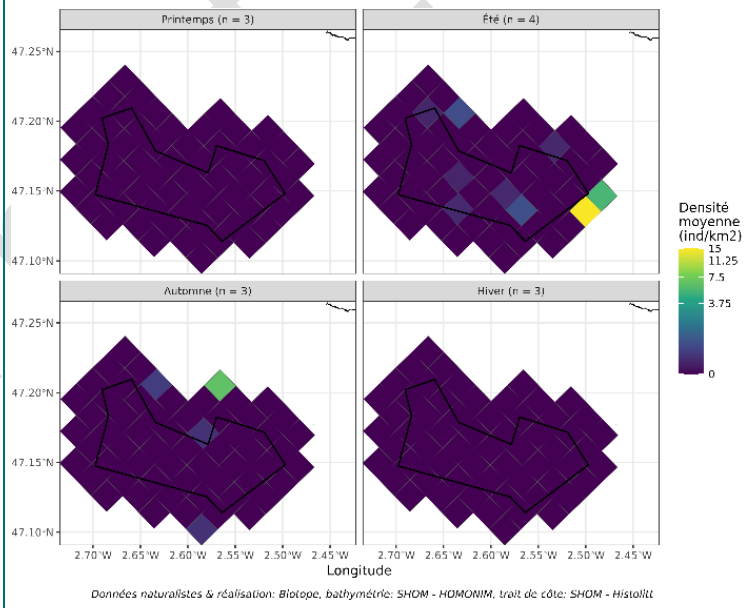
5.7.2.1.2. Analyse After-Gradient

Une analyse After-Gradient a été conduite pour le Puffin des Baléares, cependant, l'ajustement des modèles aux données n'est pas suffisant pour permettre d'interpréter les résultats. Ces difficultés d'ajustement peuvent apparaître notamment pour les espèces formant de grands groupes et donc pour lesquelles la majorité des observations correspondent à des individus agrégés au même endroit et en même temps, ce qui est le cas pour le Puffin des Baléares qui est dénombré sous forme de « radeaux ».

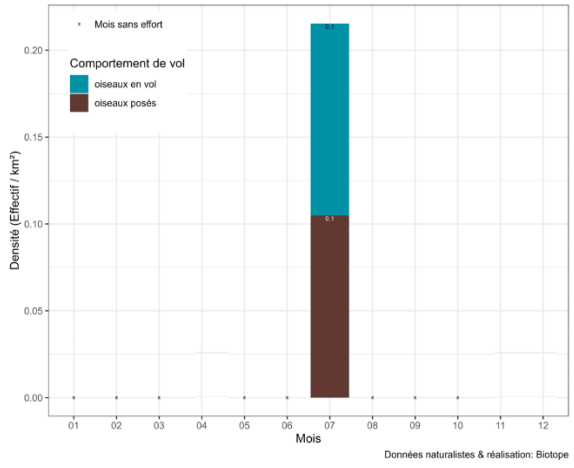
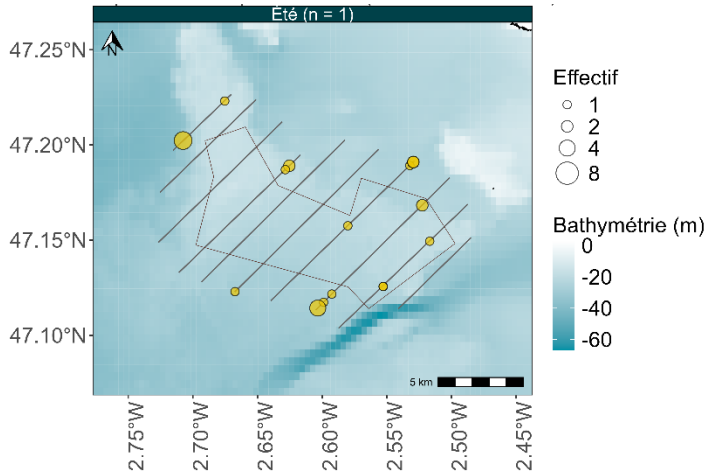
5.7.2.2 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats – Petits transects

Lors des suivis petits transect de la première année d'exploitation, des Puffins des Baléares ont été observés uniquement lors du suivi du mois de juillet. 85% des observations étaient en dehors de la zone du parc (Tableau 62) comme lors de l'état de référence. Ces pics sont principalement composés d'oiseaux posés en limite sud-est de la zone du parc.

Tableau 62. Phénologies et cartes de densités moyennes du Puffin des Baléares selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		

Version RST

	Phénologie	Distribution spatiale
Exploitation (suivi nautique)		

5.7.3 Autres Procellariidés

Pendant la première année d'exploitation, plusieurs espèces de Procellariidés ont été observés : principalement des Puffins cendrés et des Puffins des Anglais (respectivement 104 et 118 individus) (Tableau 60). En combinant les observations de la zone d'étude élargie et de la zone rapprochée, uniquement 10 puffins autres que du Puffin des Baléares ont été identifiés lors de l'EDR et 544 lors des suivis de la première année d'exploitation.

5.7.3.1 Exploitation de la zone élargie du parc – Grands transects

5.7.3.1.1. Phénologie de présence, estimation d'effectifs et distribution des observations

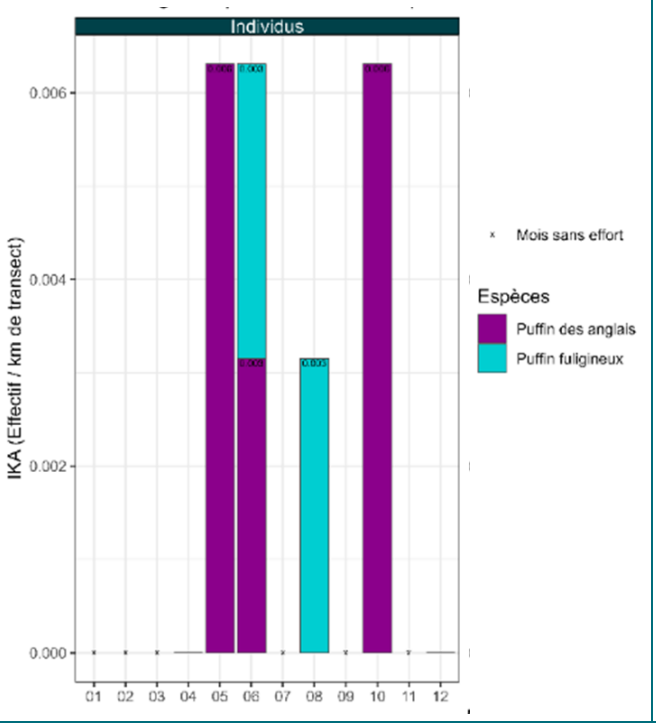
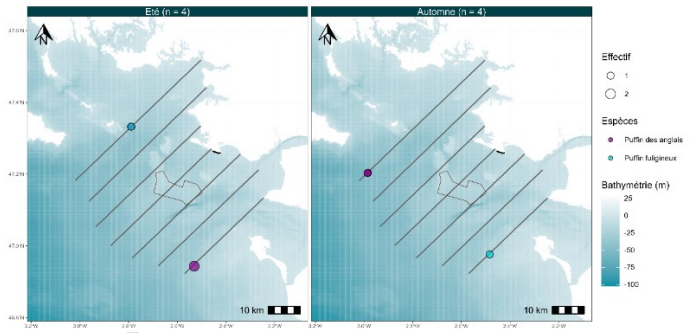
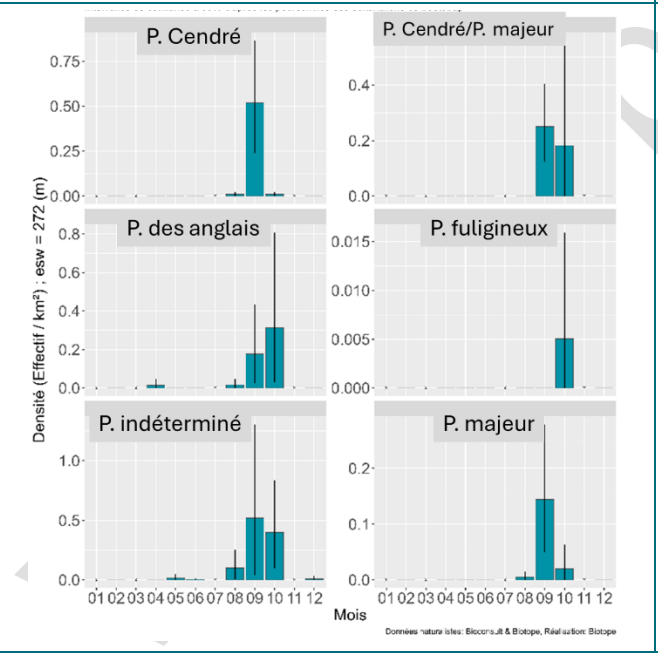
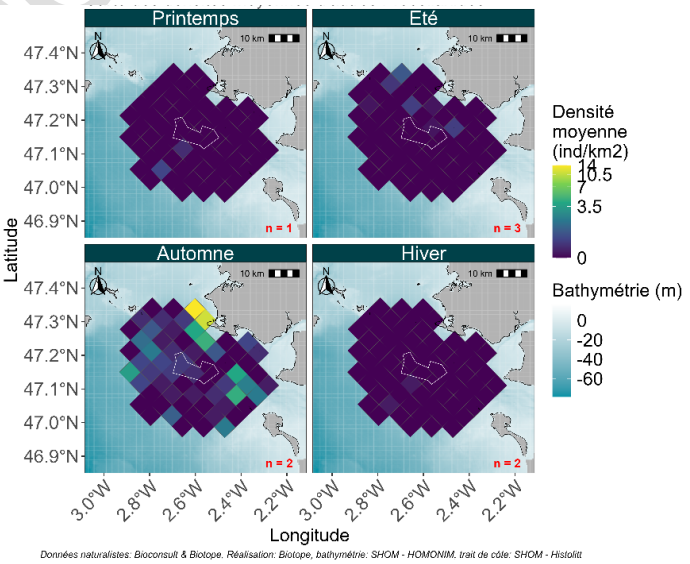
Tout comme pour le Puffin des Baléares, les autres espèces de Procellariidés ont été observées entre avril et septembre lors de suivis grands transects de la première année d'exploitation (Tableau 63).

Pendant la première année d'exploitation, le pic de présence du Puffin cendré et du Puffin majeur est observé en septembre, alors qu'il est observé en octobre pour le Puffin des Anglais et le Puffin fuligineux. La distribution des autres Procellariidés est plutôt homogène sur l'ensemble de l'aire d'étude mais une zone de plus forte concentration au large de Piriac-sur-Mer est observée.

Les observations de ces espèces lors de l'EDR étaient toutes en dehors des critères de sélection pour pouvoir estimer une densité (soit à plus de 300 m, soit en vol mais pas dans les snapshots), seul un indice kilométrique d'abondance (IKA) permet de visualiser la phénologie (Tableau 63). Le très faible nombre d'observations lors de l'EDR n'a pas permis d'identifier le pic de présence.

Version post-Re

Tableau 63. Phénologie par IKA et distribution spatiale des autres Procellariidés observés pendant l'EDR (2019/2020), et phénologie et carte de densités moyennes pendant la première année d'exploitation (2023/2024) selon les méthodes strip-transect – Grands transects.

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		
Exploitation (suivi aérien digital)		

5.7.3.1.2. Analyse After-Gradient

Une analyse After-Gradient a été conduite avec tous les autres Puffins, cependant, l'ajustement des modèles aux données n'est pas de suffisamment bonne qualité pour permettre d'interpréter les résultats.

5.7.3.2 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats – Petits transects

Dans la zone rapprochée du parc, une observation d'un vol au ras de l'eau de 16 Puffins des Anglais a été observée au mois de juillet pendant la première année d'exploitation et aucune autre espèce.

Lors de l'EDR 1 Puffin des Anglais et 1 Puffin fuligineux avaient été observés sur les 12 suivis réalisés.

5.7.4 Procellariidés indéterminés

La proportion de puffins indéterminés observés pendant la première année d'exploitation est plus élevée (52%, n_obs=289) que pendant l'EDR (23%, n_obs=3) (Tableau 73) . En effet, plus de la moitié des effectifs observés lors de la première année d'exploitation n'ont pas pu être identifiés à l'espèce. Cela est à associer à la technique d'expertise aérienne digitale, qui permet de mieux détecter ces espèces (nombre d'observation bien plus importante), mais avec un taux d'identification à l'espèce pouvant être plus faible (il était de 99,8% pendant l'EDR et il est de 78,6% pendant la première année d'exploitation).

5.7.5 Analyse des comportements

5.7.5.1 Comportement et recherche alimentaire

Le Tableau 64 présente la proportion des Procellariidés observés en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation. Lors des observations par suivis digitaux, les Procellariidés ont été observés essentiellement posés, alors que lors des suivis nautiques ils ont été observés essentiellement en vol (Tableau 64). La proportion d'oiseaux en vol, observée lors des suivis digitaux, se rapproche des résultats récents issus de l'analyse des budgets d'activité permise par les données de télémétrie du PNA (30 individus équipés) qui indique un ratio de 45% en vol à la mi-journée. La proportion d'oiseaux en vol est plus de deux fois plus élevée lors des suivis nautiques et sûrement en conséquence du biais d'observation avec cette méthodologie pour cette espèce. Les oiseaux posés étant beaucoup plus difficiles à détecter dès que les conditions de mer sont supérieures à 1 et qu'il y a un petit peu de houle.

Tableau 64. Proportion de Procellariidés observée en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation.

Espèces	Grands transects		Petits transects	
	Nombre d'observations	Proportion en vol	Nombre d'observations	Proportion en vol
Puffin des Baléares	205	40,5%	16	87.5%
Autres Procellariidés	229	31,4%	1	100%

5.7.5.2 Comportement autour des éoliennes

Aucun Procellariidé n'a été observé à proximité d'éoliennes lors des suivis aériens et nautiques de la première année d'exploitation.

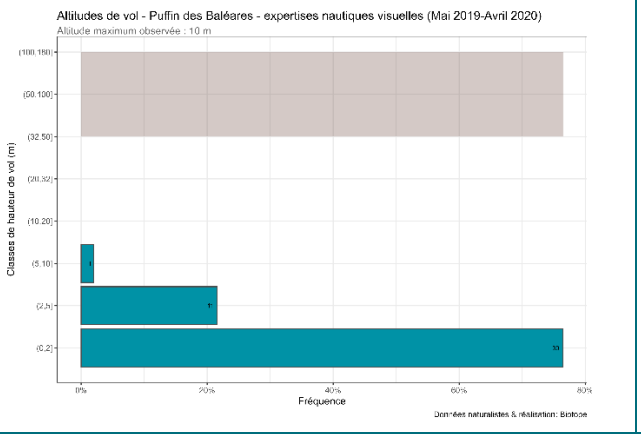
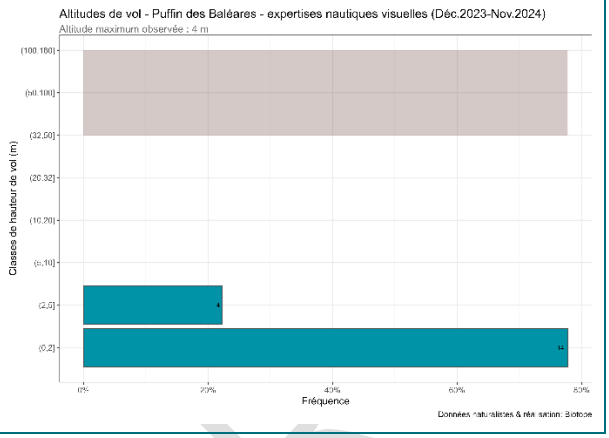
5.7.5.3 Analyse des hauteurs de vol

Lors des deux années de suivis (EDR et première année d'exploitation), 100% des Puffins des Baléares ont été observés volant à très faible altitude (0 – 2 m généralement) (Tableau 65).

Les autres puffins ont également été tous observés à moins de 2 m au-dessus de l'eau.

Version post_RSN

Tableau 65. Distribution des hauteurs de vol du Puffin des Baléares pendant l'EDR et la première année d'exploitation.

Etat de référence	Phase d'exploitation année 1
	

5.7.6 Synthèse

Le Puffin des Baléares est une espèce grégaire, qui se nourrit principalement en plongeant à faible profondeur (une dizaine de mètres mais parfois jusqu'à 20 m) pour capturer des poissons rejetés par les chalutiers, cachés sous des objets flottants, poussés en surface par des prédateurs (dauphins, gros poissons, …) ou pêchés directement en plongeant dans les bancs. Le zooplancton fait également partie de son régime alimentaire.

Pendant les suivis de la première année d'exploitation, la période d'observation du Puffin des Baléares reste très majoritairement centrée sur les mois de juin à octobre, aussi bien lors des suivis de l'EDR que lors des suivis de la phase d'exploitation. L'aire de distribution de cette espèce est globalement inchangée, au niveau de l'estuaire externe, du sud Mar Braz, de la pointe du Croisic et de la Basse Fournier, au sud d'Hoedic. Dans la zone rapprochée du parc, des observations de Puffin des Baléares ont eu lieu majoritairement à la périphérie du parc comme lors de l'état de référence.

Les autres espèces de Puffins sont des espèces rares dans les zones d'étude. On les retrouve principalement en période postnuptiale (Puffin fuligineux, Puffin majeur, Puffin cendré) ou hivernale (Fulmar boréal). Le Puffin des Anglais, normalement nicheur très rare dans le nord du golfe de Gascogne, a été la deuxième espèce de puffin, après le Puffin des Baléares, la plus observée pendant cette première année d'exploitation. La troisième espèce la plus observée lors des suivis digitaux est le Puffin cendré qui n'avait pas été observé lors de l'état de référence.

L'analyse After-Gradient ne permet pas pour l'instant d'avancer une hypothèse sur l'effet de la phase d'exploitation sur ces espèces.

Les hauteurs de vol de ces espèces sont très faibles, à quelques mètres au-dessus de l'eau.

Les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation permettront d'affiner ces résultats.

Version post-R

5.8 Anatidés

5.8.1 Espèces concernées

Cinq espèces d'Anatidés ont été observées pendant la première année d'exploitation (2023/2024) (Tableau 66). Parmi ces espèces, trois espèces (Canard pilet, Canard siffleur et oie sp.) n'ont été observées que lors des suivis nautiques et la Macreuse noire n'a été observée que lors des suivis digitaux. Sept espèces avaient été observées lors de l'état de référence (2019/2020).

La Macreuse noire est l'espèce la plus observée sur la zone d'étude qui est une zone d'hivernage et de migration pour les populations qui nichent au nord de l'Europe. La Bernache cravant est la deuxième espèce avec le plus grand nombre d'individus observés lors de la première année d'exploitation.

Tableau 66. Nombre d'individus d'Anatidés observés par espèce lors des suivis grands et petits transects de l'état de référence (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

Espèces	Etat de référence (2019/2020)	Première année d'exploitation (2023/2024)
Macreuse noire	363	836
Bernache cravant	20	190
Canard colvert	69	0
Canard pilet	0	1
Canard siffleur	0	1
Cygne tuberculé	14	0
Eider à duvet	2	0
Harle huppé	8	0
Tadorne de Belon	10	7
Canard indéterminé	11	4
Oie sp.	0	13

Version post-CST



*Figure **52** : Macreuse noire*



Figure 53 : Bernache cravant

Tableau 67. Synthèse du nombre total d'observations de Macreuse noire sur l'ensemble des transects (grands et petits), et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024).

	2019/2020			2023/2024		
Espèces	Nombre d'individus	Distribution générale	Pic de présence	Nombre d'individus	Distribution générale	Pic de présence
Macreuse noire	363	Automne, hiver	Octobre	836	Printemps, hiver	Avril

5.8.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

5.8.2.1 Macreuse noire

La Macreuse noire niche en Europe du Nord et descend vers le sud jusqu'au Maroc en hiver. Des populations hivernantes sont présentes tout le long des côtes européennes. Les observations de Macreuse noire ont eu lieu au printemps (migration prénuptiale), en automne (migration postnuptiale) et en hiver (hivernage).

Pendant la première année d'exploitation, c'est surtout en hiver et au printemps que les observations ont été notées, avec un pic de présence en avril (Tableau 68).

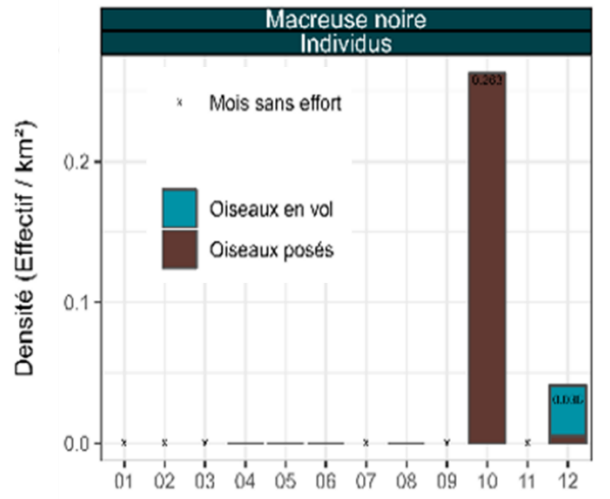
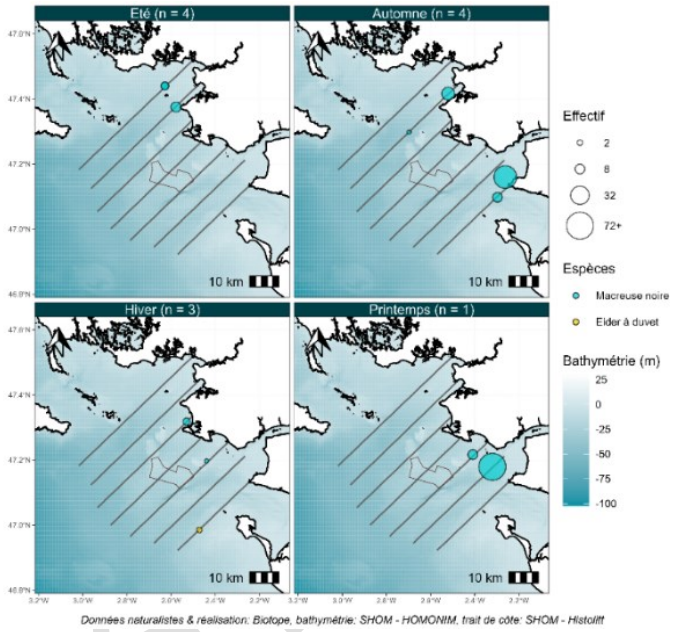
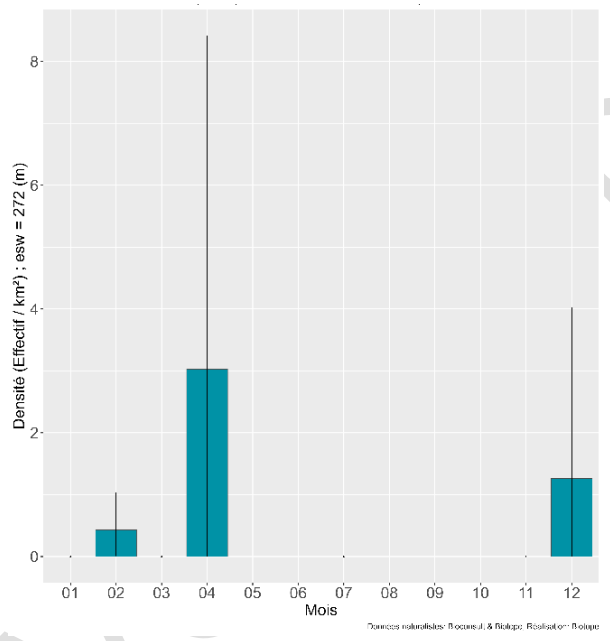
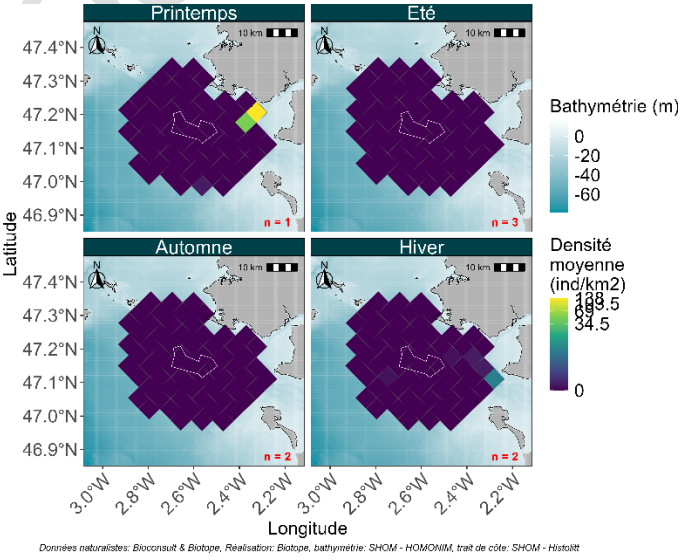
La Macreuse noire se rassemble sur des secteurs assez bien établis : les alentours du plateau de la Lambarde, le secteur situé entre la pointe du Bile et la pointe Saint-Gildas.

Lors de l'EDR, le pic a été observé en octobre.

Une comparaison plus détaillée avec l'état de référence sera faite avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation. À ce stade, la répartition spatiale entre les deux phases est très similaire, mais une différence dans la phénologie du pic d'observation a été observée.

Version post_RST

Tableau 68. Phénologies et cartes de densités moyennes de la Macreuse noire selon les méthodes strip transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation.

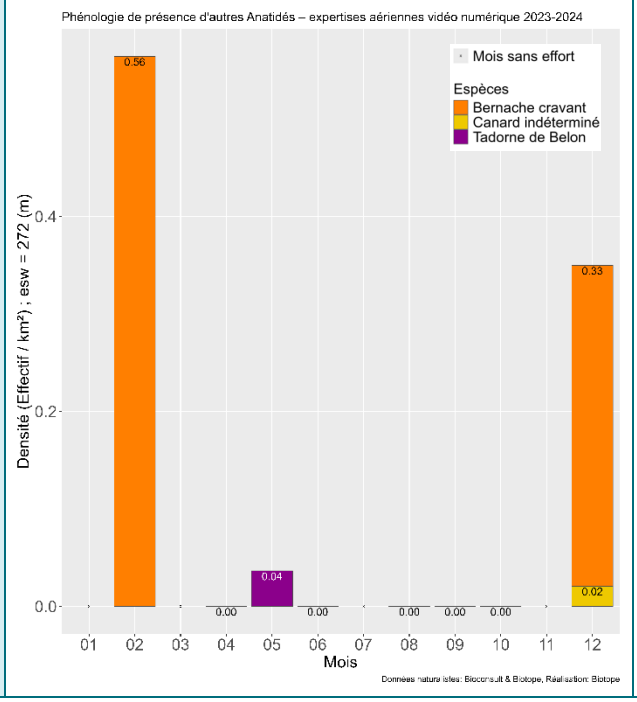
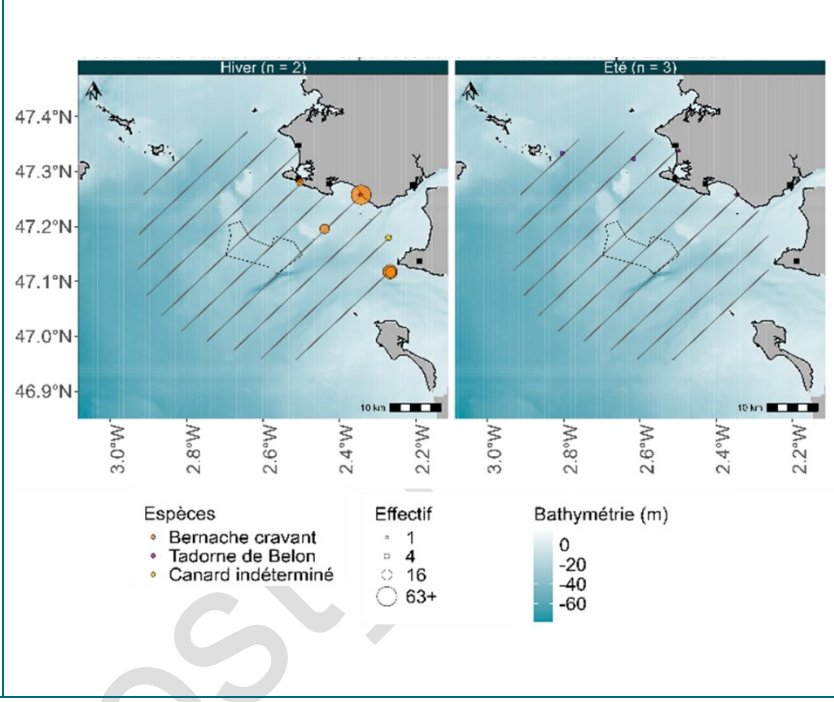
	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)	 *Rappel : les phénologies sont calculées à partir des données des oiseaux en vol par snapshot et des oiseaux posés dans les 300m. Alors que la carte des observations brutes, représente toutes les observations notées lors des suivis.*	
Exploitation (suivi aérien digital)	 *x : Mois sans effort*	

5.8.2.2 Autres Anatidés

Lors des suivis aériens digitaux de la première année d'exploitation, 171 Bernaches cravants (3 groupes de 63 individus et 3 groupes de 108 individus observés respectivement lors des survols de décembre et février), 7 Tadornes de Belon (observés lors du survol de fin mai) et 4 Canards indéterminés ont été observés (Tableau 69).

Les observations d'autres Anatidés ont été notées principalement en hiver.

Tableau 69. Phénologies et cartes de densités moyennes des autres Anatidés selon les méthodes strip transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Exploitation (suivi aérien digital)		

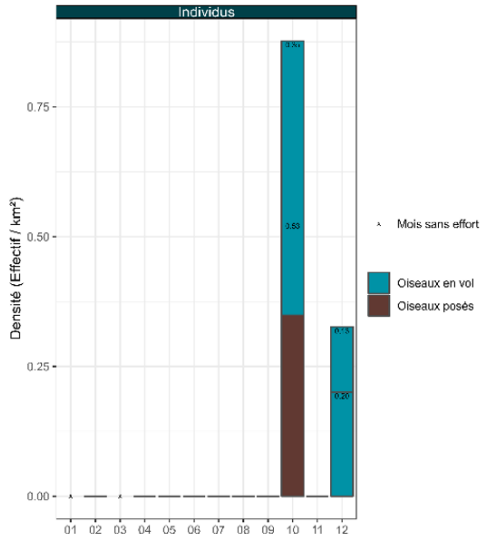
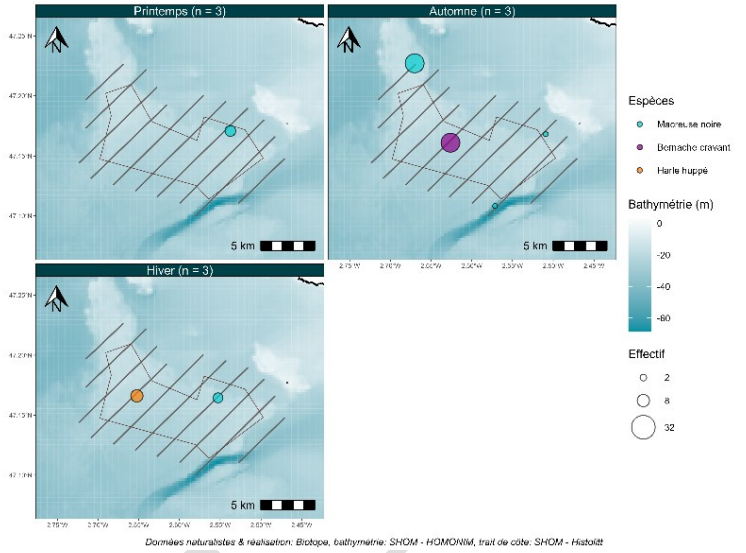
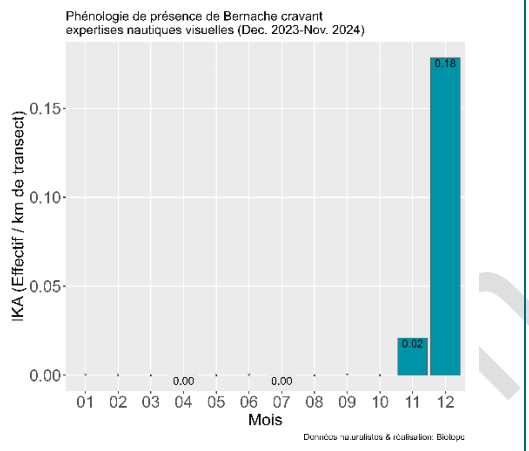
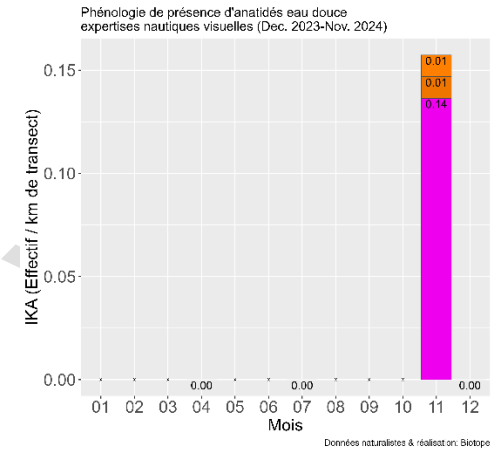
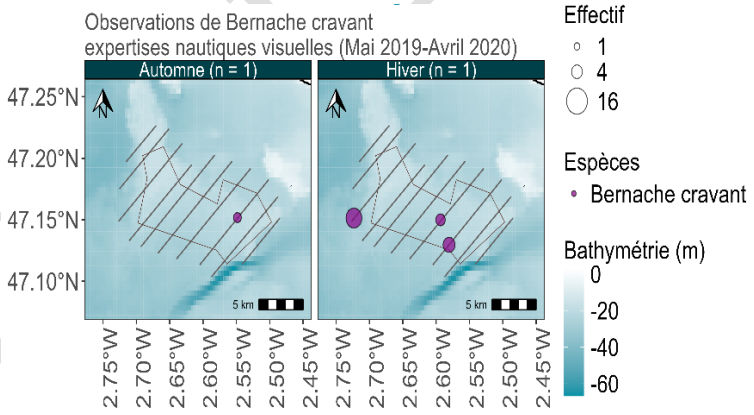
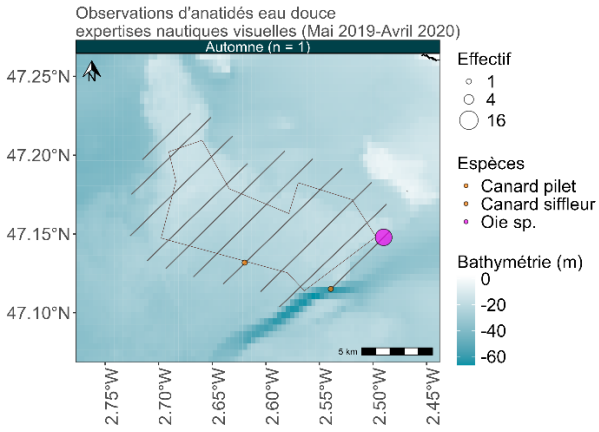
5.8.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects

Lors des suivis nautiques de la première année d'exploitation, aucune Macreuse noire n'a été observée mais 16 Bernaches cravants, 1 Canard pilet, 1 Canard siffleur et 13 oies indéterminées ont été observés.

Tous ces individus ont été observés en vol hors snapshot ; en conséquence, la phénologie représente l'IKA et non pas la densité (Tableau 70). En raison du trop faible nombre d'observations concernées, la distribution géographique des observations ne montre pas de zones de présence préférentielles.

Version post

Tableau 70 : Phénologies des IKA et cartes de densités moyennes des Anatidés (autres que la Macreuse noire) – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		
Exploitation (suivi nautique)	 	 

5.8.4 Analyse des comportements

5.8.4.1 Comportement et recherche alimentaire

Le Tableau 71 présente la proportion des Anatidés observés en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation.

Tableau 71. Proportion d'Anatidés observés en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation.

Espèces	Grands transects		Petits transects	
	Nombre d'observations	Proportion en vol	Nombre d'observations	Proportion en vol
Macreuse noire	83	100%	0	
Autres Anatidés	12	41,7%	7	100%

Les Macreuses noires observées lors des suivis aériens digitaux étaient toutes en vol et les autres Anatidés ont été observés majoritairement posés. Lors des suivis nautiques, tous les Anatidés ont été observés en vol.

5.8.4.2 Comportement autour des éoliennes

Aucun Anatidé n'a été observé à proximité d'éoliennes lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation.

5.8.4.3 Analyse des hauteurs de vol

Si des individus ont parfois été observés en vol à assez haute altitude (maximum observé de 60 m), les Anatidés volent généralement assez bas. Ainsi, la tranche d'altitude allant de 0 à 20 m est la plus utilisée par les individus observés dans le cadre de cette étude (Tableau 72). Lors de la première année d'exploitation 37% des Bernaches cravants ont été observées sous la zone de rotation des pales (Tableau 73).

Version post_PST

Tableau 72. Distribution des hauteurs de vols d'Anatidés par espèce pendant l'EDR et la première année d'exploitation.

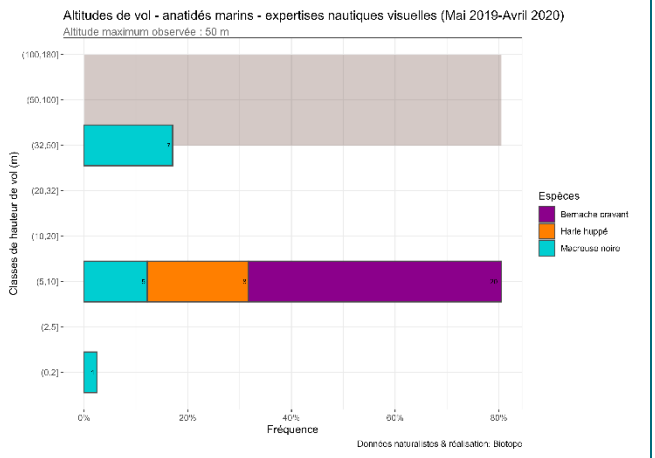
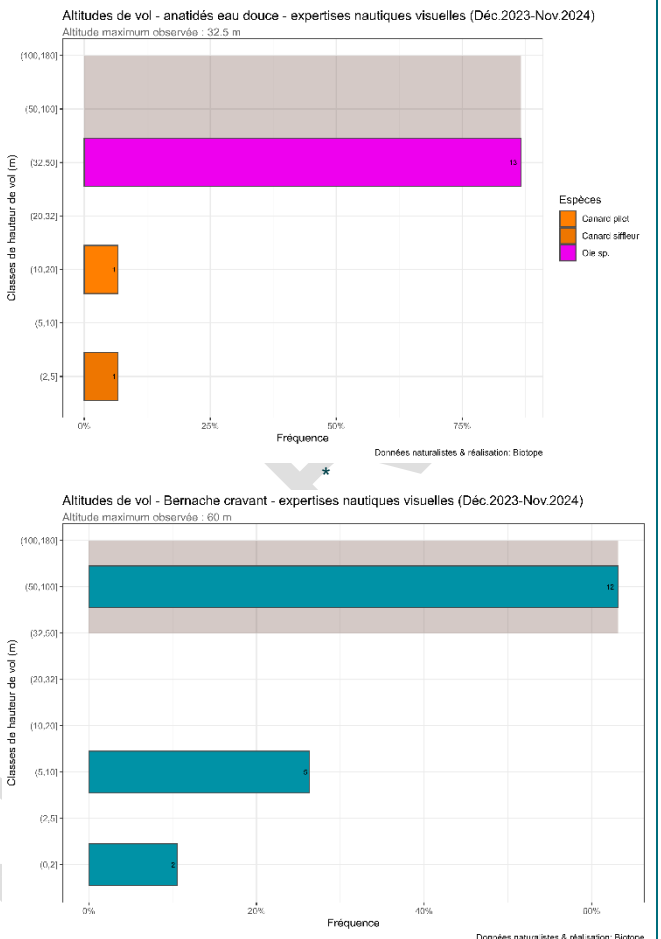
Etat de référence	Phase d'exploitation année 1
	

Tableau 73. Proportions d'individus de Macreuse noire et Bernache cravant observés en vol lors des suivis petits transects sous la zone de rotation des pales des éoliennes (< 32 m). Le nombre d'individus observés en vol est indiqué entre parenthèse.

Espèce	2019/2020	2023/2024
Macreuse noire	46,2% (n_obs=13)	0
Bernache cravant	100% (n_obs=20)	36,8% (n_obs=19)

5.8.5 Synthèse

Cinq espèces d'Anatidés (Macreuse noire, Bernache cravant, Canard siffleur, Canard piler et Tadorne de Belon) ont été observées pendant les suivis réalisés pendant la première année d'exploitation.

La Macreuse noire est l'espèce présentant les effectifs les plus élevés. C'est une espèce grégaire qui fréquente la zone d'étude lors de la migration pré et postnuptiale et pendant l'hivernage. Les zones de stationnement en halte migratoire ou en hivernage sont principalement situées sur les secteurs

Version n

littoraux où les ressources trophiques sont abondantes. Cela concorde avec la distribution spatiale des individus observés pendant l'EDR et la première année d'exploitation et principalement localisés dans la partie nord-est de la zone élargie du parc (plateau de la Lambarde, secteur situé entre la pointe du Bile et la pointe Saint-Gildas ainsi que la Rade du Croisic).

Pendant l'EDR, la Macreuse noire a principalement été observée en octobre pendant la migration postnuptiale. Lors de la première année d'exploitation, le pic d'observations a eu lieu en avril, pendant la migration prénuptiale, puis en décembre (fin de la migration postnuptiale). Lors de cette première année d'exploitation aucune Macreuse Noire n'a été observé dans la zone du parc.

Les Macreuses noires ont été observées soit en vol, soit posées, cependant il est possible que le nombre d'oiseaux en vol ait été surestimé à cause d'une distance de fuite assez élevée pour cette espèce.

La Macreuse noire est considérée comme ayant un niveau fort de sensibilité générale aux effets de déplacement pendant la phase d'exploitation des parcs éoliens en mer.

Version post_RST

5.9 Stercorariidés

5.9.1 Espèces concernées

Deux espèces de Stercorariidés ont été observées pendant l'état de référence (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024) :

- Le Grand Labbe (principalement migrateur et observé ponctuellement en hiver et été) ;
- Le Labbe parasite (migrateur strict).



Figure 54 : Grands Labbes

Tableau 74. Synthèse du nombre total de Stercorariidés observés sur l'ensemble des transects (grands et petits), et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024).

	2019/2020			2023/2024		
Espèces	Nombre d'individus	Distribution générale	Pic de présence	Nombre d'individus	Distribution générale	Pic de présence
Grand labbe	63	4 saisons	Décembre	0		
Labbe parasite	12	Printemps, automne	Mai (faible)	5	Eté, automne	Octobre
Labbe indéterminé				4	Automne	Octobre

5.9.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

Les Labbes présent sur la zone d'études ne sont que des oiseaux de passage en migration pré et postnuptiale.

Pendant la première année d'exploitation, quelques Labbes parasites (n_obs=5) et Labbes indéterminés (n_obs=4) ont été observés. Cette famille fait partie des familles les plus touchées par l'épidémie de grippe aviaire qui a sévit en Europe en 2021/2022. Le pic d'observation était lors de la migration postnuptiale (Tableau 75). Tous les individus ont été observés au nord de la zone d'étude et en dehors de la zone du parc. Etant donné le très faible nombre de détections, il n'est pas possible de caractériser leur distribution géographique, les cartes des observations sont présentées à titre indicatif.

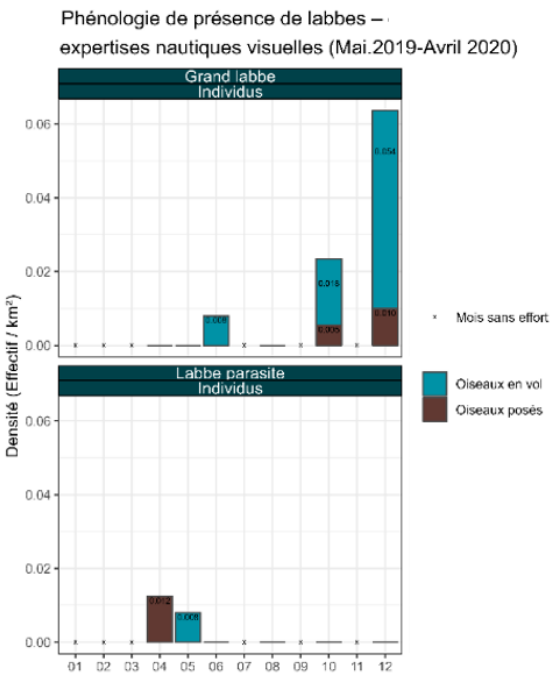
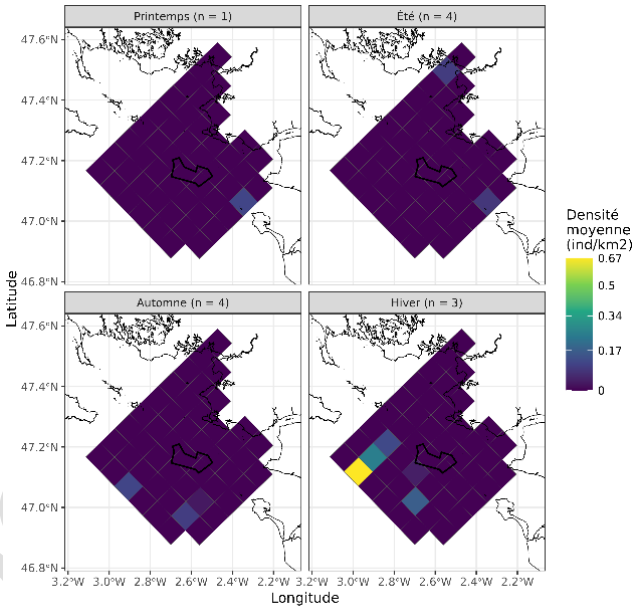
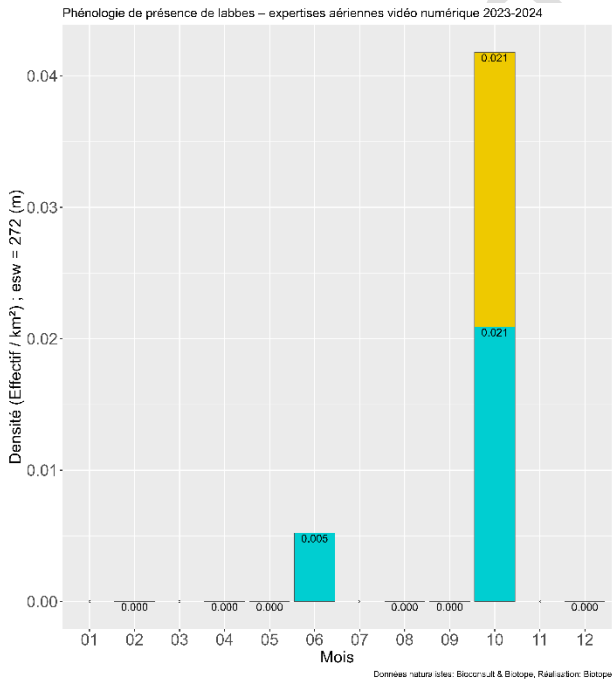
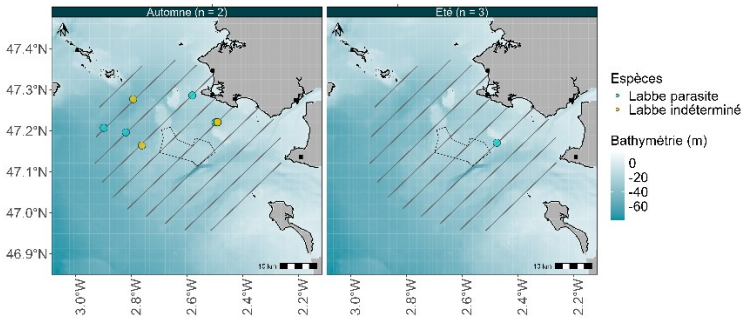
Sur la période 2019/2020 (état de référence), la phénologie de présence du Grand Labbe montrait une présence lors des 4 saisons avec un pic de présence en décembre et une présence à l'ouest / au large

Version pour CSRPN

de la zone du parc sans claire zone de présence préférentielle. Les observations du printemps ne sont pas visibles dans la phénologie car elles étaient en dehors des contraintes statistiques (Tableau 75).

Cette analyse comparative entre l'état de référence et la première année d'exploitation sera affiné lorsqu'on aura davantage de données liées à la phase d'exploitation.

Tableau 75. Phénologies et cartes de distribution des Labbes selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

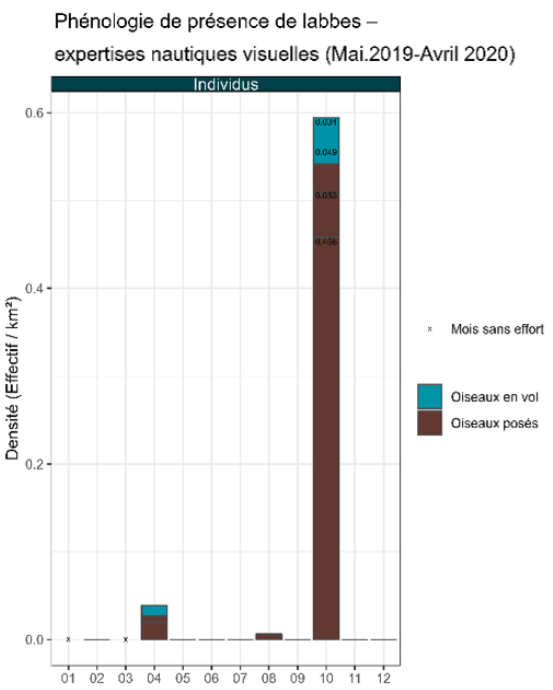
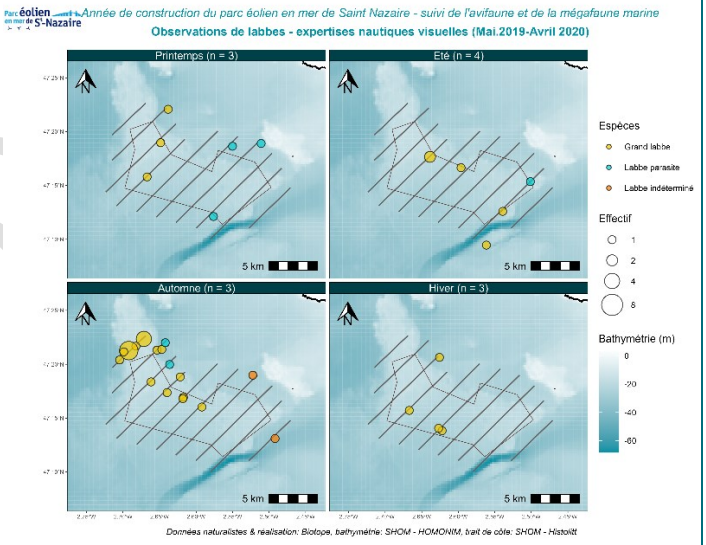
	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		
Exploitation (suivi aérien digital)		

5.9.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords - Petits transects

Aucune espèce de Labbe n'a été observée lors de la première année d'exploitation lors des suivis nautiques petits transects.

Sur la période 2019/2020, la phénologie de présence du Grand Labbe montrait un pic de présence en octobre (lié à l'observation de 21 Grands Labbes au cours d'une mission, alors qu'aucun rassemblement marqué de Laridés ou Fous de Bassan, pouvant indiquer le passage d'un navire de pêche dans la zone, n'avait été détecté en parallèle lors de cette session) (Tableau 76). Les observations ont été peu nombreuses les autres mois de l'année. Le Labbe parasite a été ponctuellement observé au printemps, en été et en automne en faibles effectifs. La distribution géographique des observations de labbes lors de l'EDR ne montrait pas de zone de présence préférentielle à l'échelle des petits transects l'essentiel des observations a été réalisé au nord-ouest du banc de Guérande.

Tableau 76. Phénologies et cartes de densités moyennes des Labbes selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). Le Grand labbe est représenté en jaune, le Labbe parasite en turquoise et les labbes indéterminés en orange.

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		
Exploitation (suivi nautique)	Aucune observation	Aucune observation

5.9.4 Analyse des comportements

5.9.4.1 Comportement et recherche alimentaire

88,9% des observations de labbes ont été notées en vol lors des suivis sur la zone élargie du parc.
Aucun comportement suiveur de bateau de pêche n'a été observé.

5.9.4.2 Comportement autour des éoliennes

Aucun labbe n'a été observé à proximité d'éoliennes lors des suivis grands transects de la première année d'exploitation.

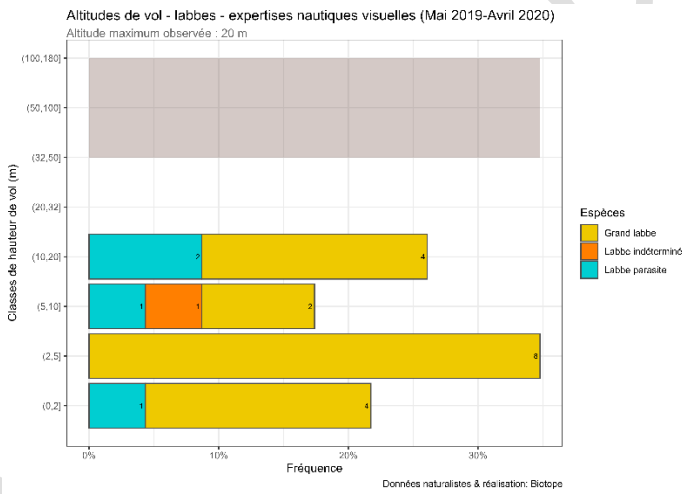
5.9.4.3 Analyse des hauteurs de vol

Aucun Labbe n'a été observé lors des suivis nautiques de la première année d'exploitation.

Tableau 77. Proportions d'individus de labbes observés en vol sous la zone de rotation des pales des éoliennes (< 32 m). Le nombre d'individus observés en vol est indiqué entre parenthèse.

Espèce	Etat de référence	Exploitation
Grand Labbe	100% *(n_obs=18)*	*(n_obs=0)*
Labbe Parasite	100% *(n_obs=4)*	*(n_obs=0)*

Tableau 78. Distribution des hauteurs de vols des labbes par espèce pendant l'EDR et la première année d'exploitation.

Etat de référence	Phase d'exploitation année 1
	Pas de données

5.9.5 Synthèse

Le Grand Labbe et le Labbe parasite sont des espèces plutôt solitaires, toutefois les individus peuvent parfois être observés en groupes importants. Ils ont la particularité d'être kleptoparasite (ils volent la nourriture d'autres espèces) et donc dépendent des autres espèces présentes sur zone.

Version post-PST

Les deux espèces utilisent la zone d'étude préférentiellement lors de leur passage en migration pré et postnuptiale, mais le Grand Labbe est aussi connu pour être présent toute l'année dans le Golfe de Gascogne.

Cette famille fait partie des espèces les plus touchées par l'épidémie de grippe aviaire avec un déclin estimé en 2022 à 76% des colonies d'Ecosse qui représentent à elles seules 60% de la population mondiale (Tremlett, C.J., Morley, N., and Wilson, L.J. (2024)). En France, des mortalités de groupes d'oiseaux ont été constatées à partir de juillet 2022 sur les côtes bretonnes puis la façade atlantique. Le très faible nombre d'observations lors de la première année d'exploitation est dans le même ordre de grandeur que le nombre d'observations lors de la phase de construction en 2021/2022.

Version post_RST

5.10 Sternidés

5.10.1 Espèces concernées

Trois espèces de Sternidés ont été observées pendant l'état de référence (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024) :

- La Guifette noire (nicheuse rare et migratrice) ;
- La Sterne caugek (nicheur et estivant local) ;
- La Sterne pierregarin (nicheur local) ;
- La Sterne arctique (migratrice) ;



Figure 55 : Sterne pierregarin

Tableau 79. Synthèse du nombre total d'observations de Sternidés sur l'ensemble des transects (grands et petits), et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024).

Espèce	2019/2020			2023/2024		
	Nombre d'individus	Distribution générale	Pic de présence	Nombre d'individus	Distribution générale	Pic de présence
Sterne caugek	152	Printemps, été	Printemps	461	Printemps, été, automne, hiver	Printemps, été
Guifette noire	7	Printemps, été	Printemps	0	/	/
Sterne pierregarin	91	Printemps, été	Printemps	7	Printemps, été, automne	Printemps, été
Sterne arctique/pierregarin				209	Printemps, été, automne	Printemps, été
Sterne indéterminée	55	Printemps, été	Printemps	49	Printemps, été, automne	Printemps, été

Les suivis aériens digitaux sont particulièrement efficaces pour détecter la présence des sternes. Cependant, une proportion très importante de sterne sp. ressort des suivis en phase d'exploitation : il s'agit en très grande majorité de Sterne pierregarin ou de Sterne arctique, la détermination entre ces deux espèces étant particulièrement complexe.

5.10.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

5.10.2.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations

Le nombre de données d'observations de sternes est nettement supérieur lors des suivis de la phase d'exploitation (suivis aériens digitaux) que lors des suivis de l'état de référence (expertises nautiques). Ce qui peut s'expliquer par la différence de méthodologie de suivi entre les deux phases. Lors de la première année d'exploitation, les Sternes caugek ont été observées toute l'année, lors de chaque suivi, avec un pic de présence du printemps à l'été. Les autres sternes ont été observées du mois d'avril au mois d'octobre, ce qui correspond aux périodes de migration pour les individus migrant et de reproduction pour les espèces locales.

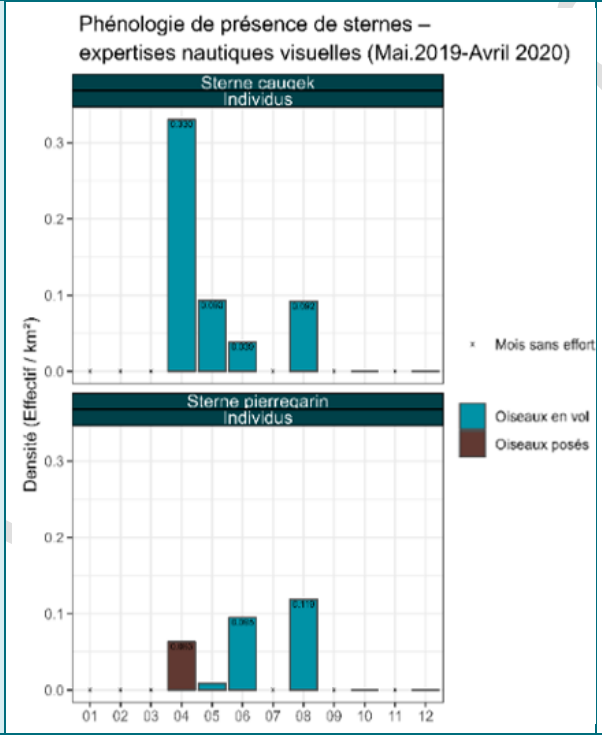
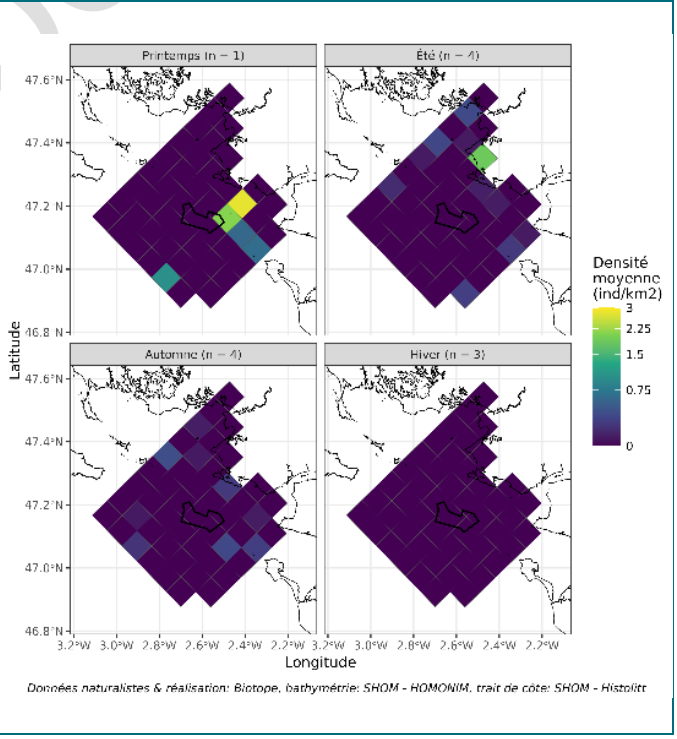
Les sternes ont été observées au sein de l'ensemble de l'aire d'étude élargie, avec cependant une plus forte présence à moins de 10 km des côtes, ce qui est conforme à l'écologie de ces espèces.

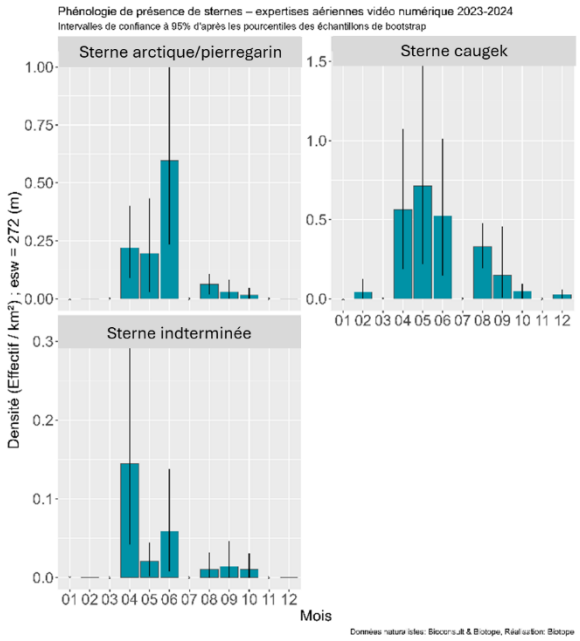
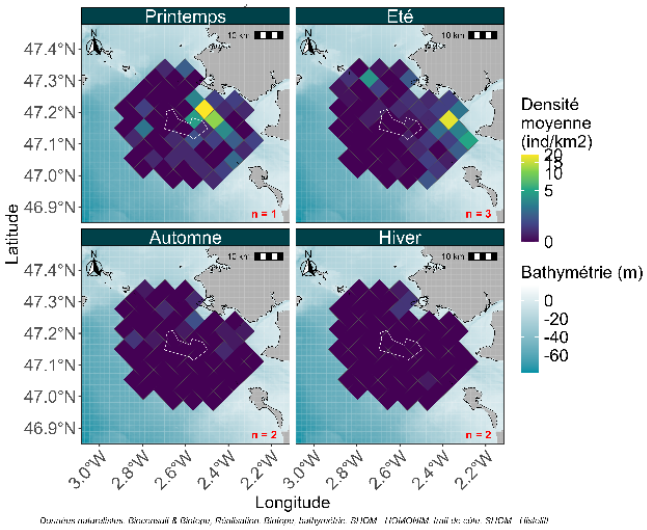
Les zones d'observations principales sont localisées au niveau des îlots de La Baule ainsi qu'entre le Croisic et la Turballe.

La distribution en mer de ces espèces est fortement influencée par la présence de leurs proies, dont les zones de présence se déplacent régulièrement dans le vaste ensemble de l'estuaire externe de la Loire.

Une comparaison plus affinée avec l'état de référence sera faite avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation. A ce stade, aucune différence notable n'est à noter tant dans la phénologie que dans la distribution spatiale entre les deux phases.

Tableau 79. Phénologies et cartes de distribution pour les sternes selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		

	Phénologie	Distribution spatiale
Exploitation (suivi aérien digital)	 *x : Mois sans effort*	

5.10.2.2 Analyse After-Gradient pour la Sterne Caugek

Les résultats de l'After-Gradient lors de la première année d'exploitation indique une légère augmentation de la densité en s'éloignant du parc avec les deux modèles. La portée de l'impact est estimée entre 5 et 10 km (Figure 56). Lors de l'état de référence, la densité était relativement constante sur toute l'aire d'étude (Figure 57). Les deux courbes d'effets ont leurs intervalles de confiance qui se chevauchent largement ne permettant pas d'identifier une différence significative de distributions spatiales sur le banc de Guérande avant la présence du parc et avec la présence du parc éolien.

Cette analyse sera affinée avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation.

Version post_

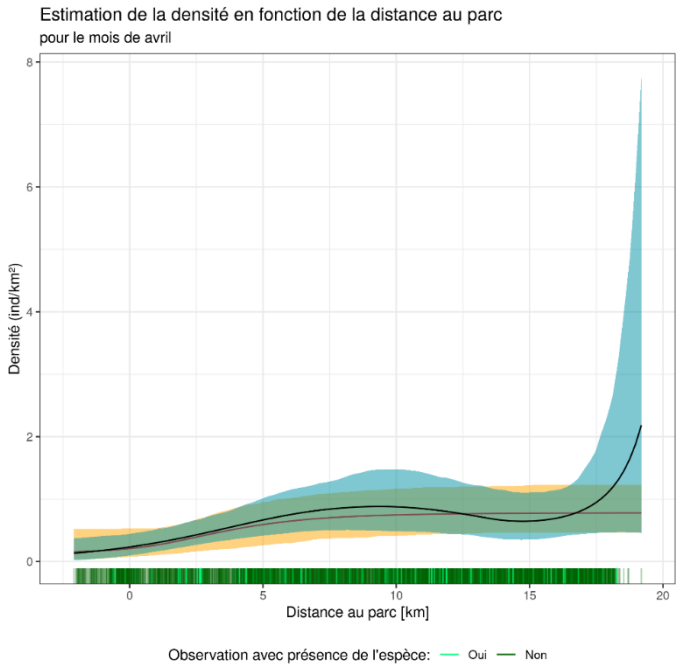


Figure 56 : Estimation de la densité en fonction de la distance au parc en exploitation pour la Sterne caugek en avril en utilisant la méthode After-Gradient avec une fonction de lissage représentée en bleue (intervalles de confiance à 95%) et noire (densité moyenne) et une fonction logistique représentée en jaune (intervalles de confiance à 95%) et rouge (densité moyenne). Sur l'axe des abscisses, des traits verticaux représentent les distances pour lesquelles il y a eu un effort d'échantillonnage sans observation de l'espèce (en vert) et avec présence de l'espèce (en turquoise).

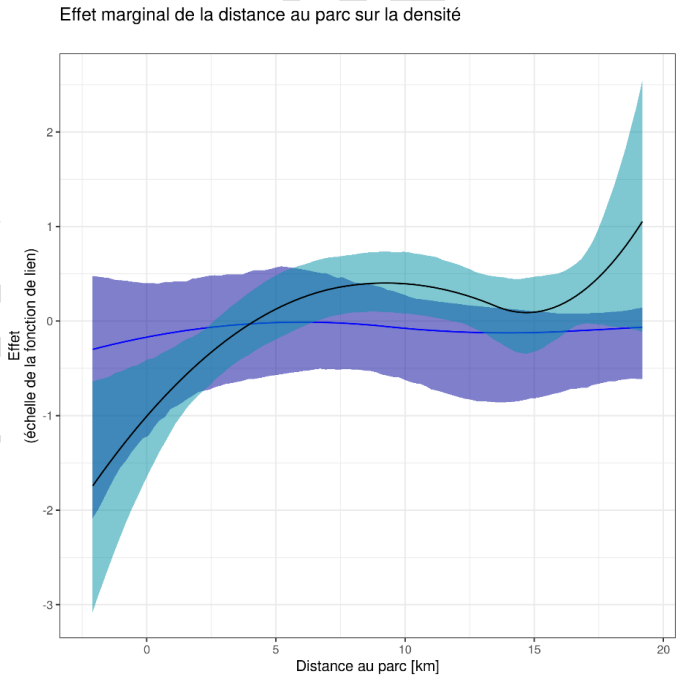


Figure 57 : Effet (échelle log) de la distance au parc sur la densité de la Sterne caugek ajusté par une fonction de lissage sur les données de l'état de référence (courbe bleue -moyenne- et violette -IC95%) et sur les données de la première année d'exploitation (courbe noire -moyenne- et turquoise -CI95%-).

Version post-CRST

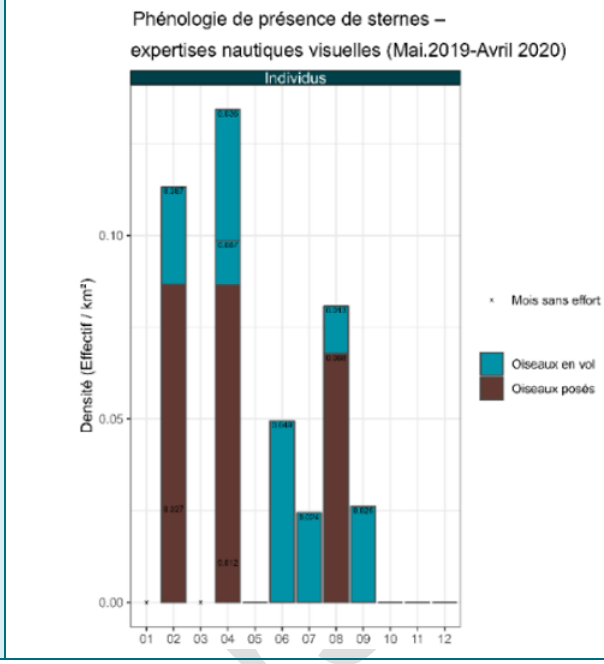
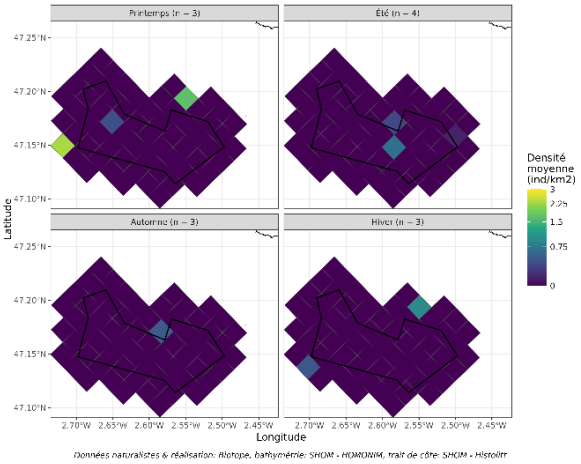
5.10.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords - Petits transects

Le nombre d'observations de Sternidés réalisées au sein de l'aire d'étude rapprochée pendant la première année d'exploitation est particulièrement faible, avec l'observation de 12 individus lors des 4 suivis dont deux (en avril et juillet) pendant les périodes de forte présence des Sternidés lors des suivis aériens digitaux.

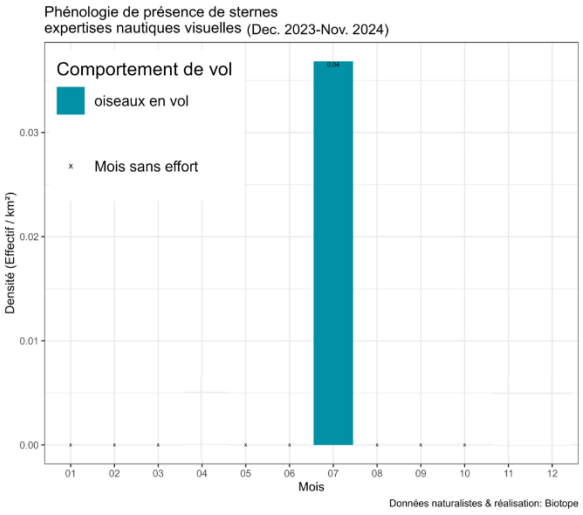
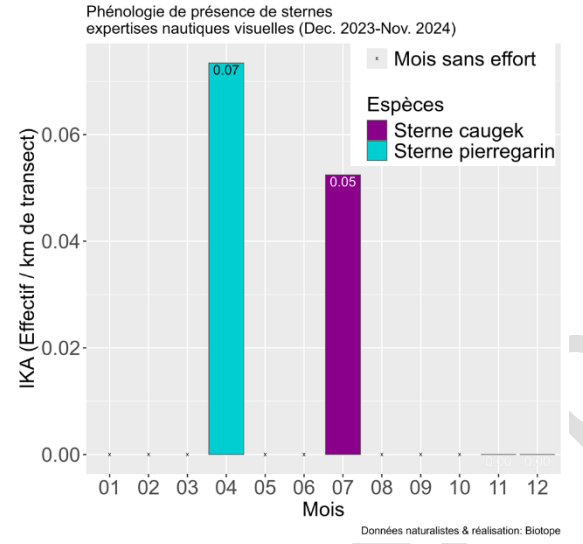
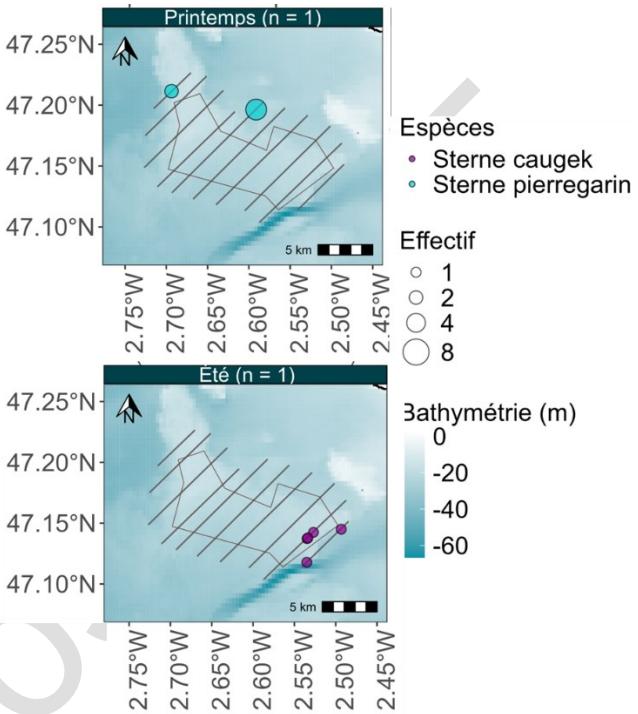
Lors des suivis du mois d'avril, aucun oiseau n'a été observé posé ou en vol pendant les snapshots, ils n'apparaissent donc pas dans la phénologie de densité, mais ils sont représentés sur la phénologie d'IKA. En avril, ce sont des Sternes pierregarins qui ont été observées et en juillet des Sternes caugek (Tableau 80).

Les observations ont eu lieu aux abords du parc, cependant avec le faible nombre d'observations, aucune analyse ne peut être réalisée en termes de distribution de ces espèces au sein de l'aire d'étude rapprochée. De plus, cette zone ne constitue pas une zone de pêche régulière.

Tableau 80. Phénologies et cartes de distribution des sternes selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024) avec l'addition de l'IKA.

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		

Version pour RST

	Phénologie	Distribution spatiale
Exploitation (suivi nautique)	 	

5.10.4 Analyse des comportements

5.10.4.1 Comportement et recherche alimentaire

Le Tableau 81 présente la proportion des Sternidés observés en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation. Plus de 80% des observations étaient des oiseaux en vol.

Tableau 81. Proportion de Sternidés observée en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation.

Espèces	Grands transects		Petits transects	
	Nombre d'observations	Proportion en vol	Nombre d'observations	Proportion en vol
Sternes	505	96,4%	7	85%

Aucun comportement alimentaire n'a été observé.

Version pour

5.10.4.2 Comportement autour des éoliennes

Aucune sterne n'a été observée à proximité d'éoliennes lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation.

5.10.4.3 Analyse des hauteurs de vol

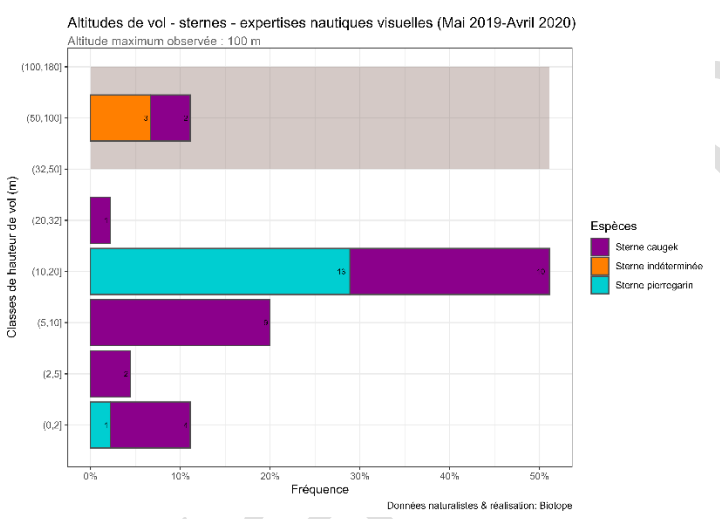
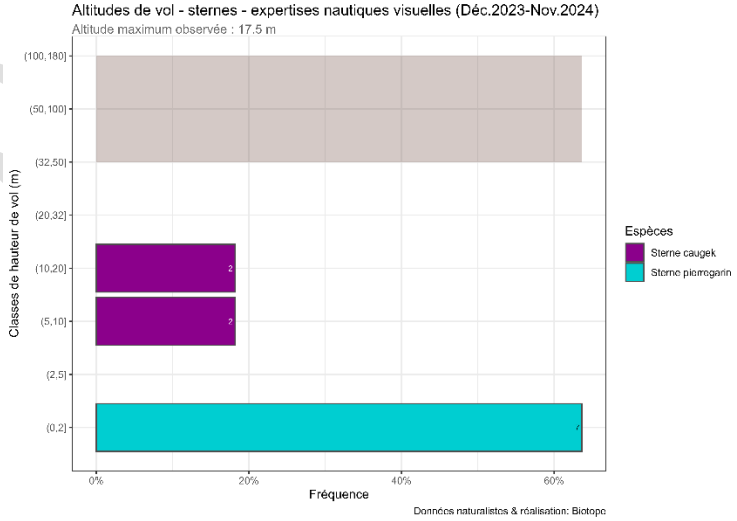
La grande majorité des sternes a été observée en vol au sein des aires d'étude.

Lors de la première année d'exploitation, 100% des sternes observées en vol volaient à des altitudes inférieures à 20 m, ce qui est conforme à l'écologie de ces espèces dont les hauteurs de vol sont classiquement inférieures à 20 m.

Tableau 82. Proportions d'individus de sternes observés en vol lors des petits transects sous la zone de rotation des pales (< 32 m). Le nombre d'individus observés en vol est indiqué entre parenthèse.

Espèce	2019/2020	2023/2024
Sterne caugek	92,9% (n_obs=*28*)	*100% (n_obs=4)*
Sterne pierregarin	100% (n_obs=*14*)	*100% (n_obs=7)*

Tableau 83. Distribution des hauteurs de vols des sternes par espèce pendant l'EDR et la première année d'exploitation.

Etat de référence	Phase d'exploitation année 1
	

5.10.5 Synthèse

Les Sternidés sont localement principalement représentées par la Sterne caugek, nicheuse et estivante locale, ainsi que la Sterne pierregarin, nicheuse locale.

La Guifette noire, nicheuse rare en Loire-Atlantique, n'a pas été contactée lors de cette première année d'exploitation

Conformément à leur écologie, les sternes ont été principalement observées du printemps à l'automne, soit lors des transits de migration prénuptiale et postnuptiale, ainsi que pendant la phase de reproduction et d'élevage des jeunes. Les observations sont moins nombreuses en seconde moitié d'été (estivage) et lors des passages de migration postnuptiale. La Sterne caugek a également été

Version RST

observée, très rarement, en période hivernale. 100% des Sternes caugek et Sternes pierregarins ont été observées sous la zone de rotation des pales.

Plus de la moitié des observations des sternes réalisées par avion digital lors des suivis sont des sternes indéterminées : la très grande majorité d'entre elles, sinon la totalité, sont vraisemblablement des Sternes pierregarins (difficile à distinguer de la Sterne arctique sur les images aériennes).

Les résultats de l'analyse After-Gradient indiquent une légère augmentation de la densité de la Sterne caugek en s'éloignant du parc. Les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation permettront d'affiner cette analyse.

Version post_RST

5.11 Cormorans

5.11.1 Espèces concernées

Deux espèces de cormorans ont été observées pendant l'état de référence (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024) :

- Le Grand Cormoran (nicheur, sédentaire, migrateur pour les populations du nord de l'Europe) ;
- Le Cormoran huppé (nicheur, sédentaire).



*Figure **58** : Grand Cormoran*

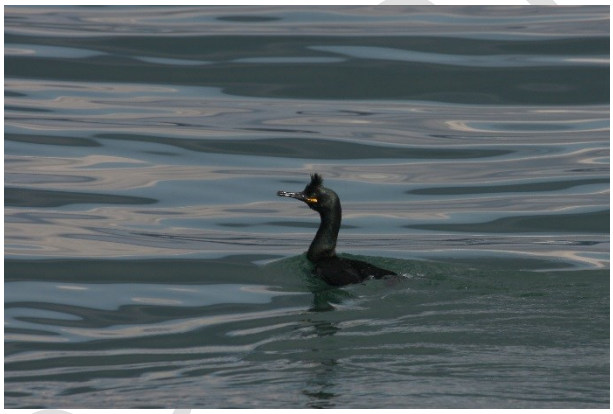


*Figure **59** : Cormoran huppé*

Tableau 84. Synthèse du nombre total d'observations de cormorans sur l'ensemble des transects (grands et petits), et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024).

Espèce	2019/2020			2023/2024		
	Nombre d'individus	Distribution générale	Pic de présence	Nombre d'individus	Distribution générale	Pic de présence
Grand Cormoran	118	4 saisons	Période prénuptiale et postnuptiale	46	4 saisons (sauf en juin et août)	Période postnuptiale
Cormoran huppé	17	4 saisons	Période prénuptiale et postnuptiale	51	4 saisons (sauf en juin et août)	Période prénuptiale
Cormoran indéterminé	5			39	4 saisons (sauf en août)	Période postnuptiale

5.11.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

A l'échelle de la zone élargie du parc de Saint-Nazaire, les observations de cormorans sont réparties sur l'ensemble de l'année lors de l'EDR et de la première année d'exploitation. Le pic de densité est observé en octobre, ce qui correspond à la période de la dispersion des jeunes et des adultes après la période de reproduction issues des populations locales et d'individus migrateurs (surtout pour le Cormoran huppé) issus des populations nicheuses du nord de l'Europe. A l'inverse les mois avec les

Version post CT

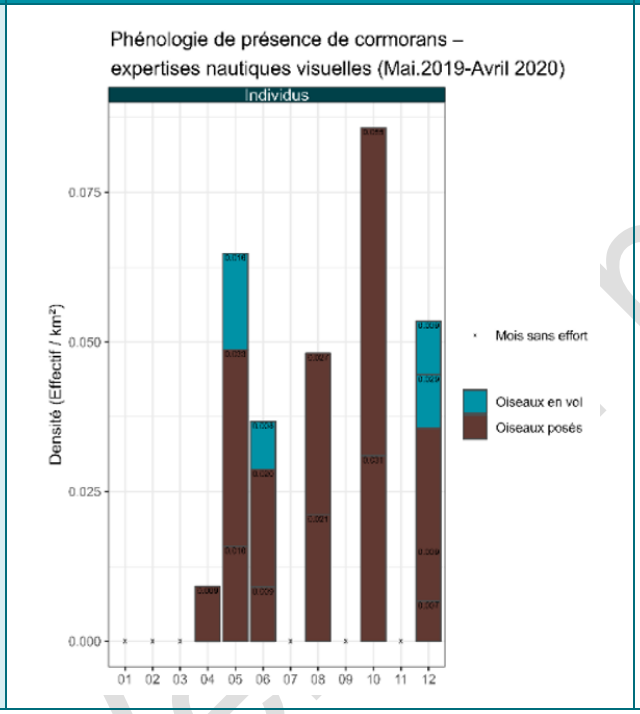
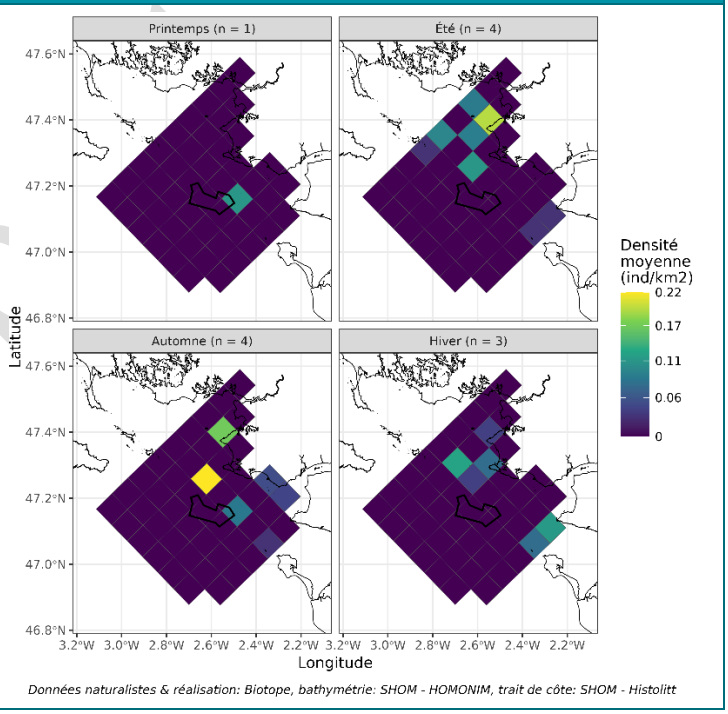
densités les plus faibles sont les mois de mai et juin en période de reproduction. Pendant cette année, très peu de Grands Cormorans ont été observés par rapport à l'EDR et aux Cormorans huppés.

Pendant l'EDR, les observations de Grand Cormoran étaient majoritaires par rapport aux observations de Cormoran huppé. Cependant la proportion de cormorans indéterminés lors de la première année d'exploitation est bien plus élevée, passant de 3,6% d'individus non identifiés lors de l'EDR, à 28%. Cette différence peut donc être une conséquence du changement de protocole entre les 2 années de suivis.

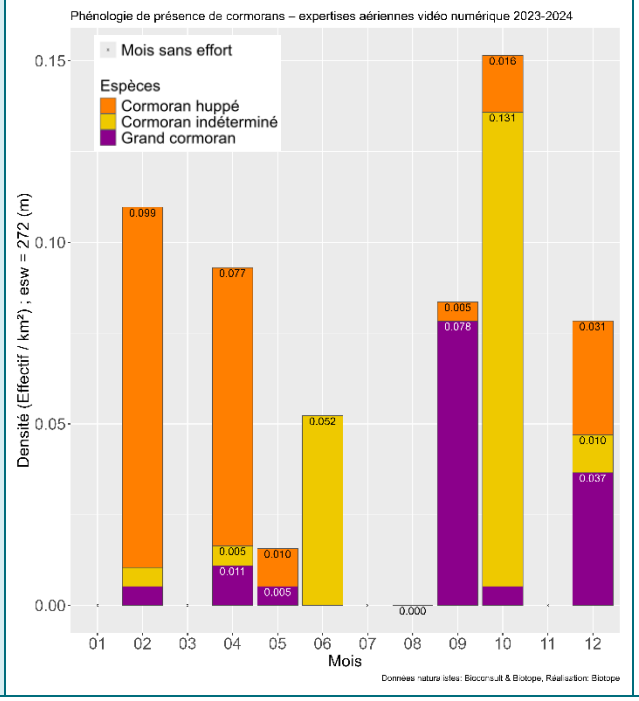
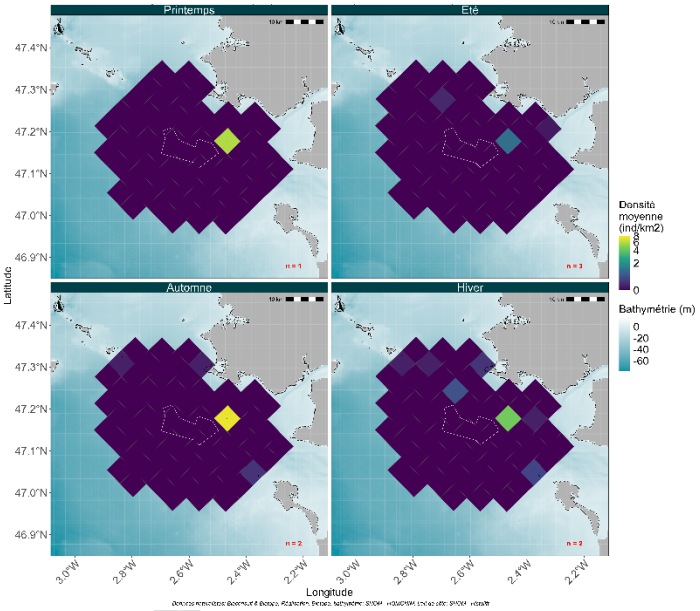
La distribution des individus de cormorans montre une plus forte présence au nord et à l'est de la zone d'étude, plus près des côtes avec des eaux moins profondes, notamment au niveau des îlots rocheux de la Baule. Une concentration importante d'oiseaux posés sur le phare de la Banche est observable à chaque saison.

Cette analyse comparative entre l'état de référence et la première année d'exploitation sera affinée lorsqu'on aura davantage de données liées à la phase d'exploitation.

Tableau 85. Phénologies et cartes de distribution pour les cormorans selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		

Données naturalistes & réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

	Phénologie	Distribution spatiale
Exploitation (suivi aérien digital)		

5.11.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords - Petits transects

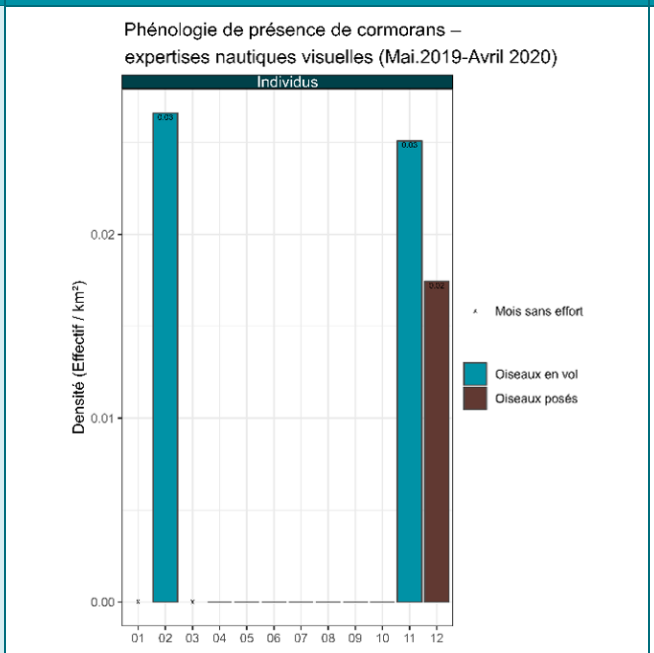
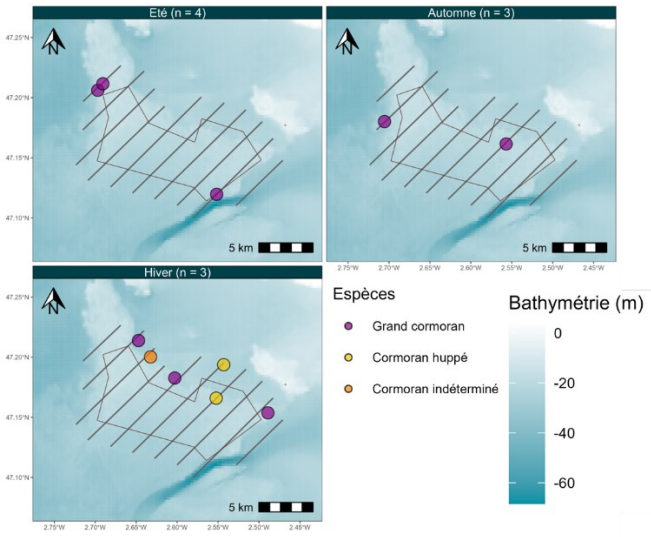
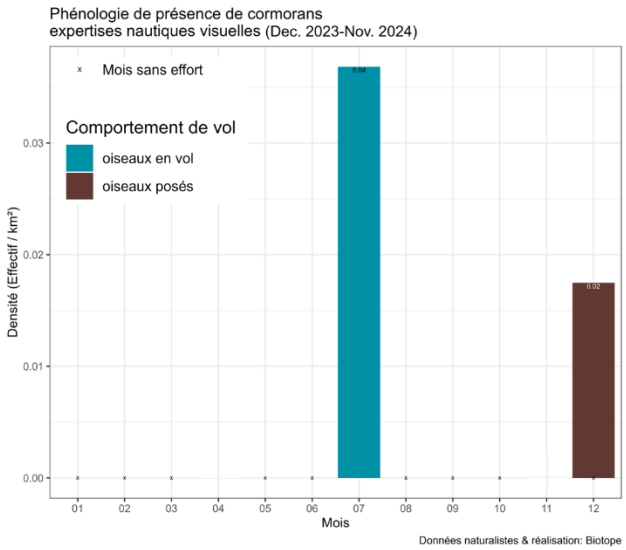
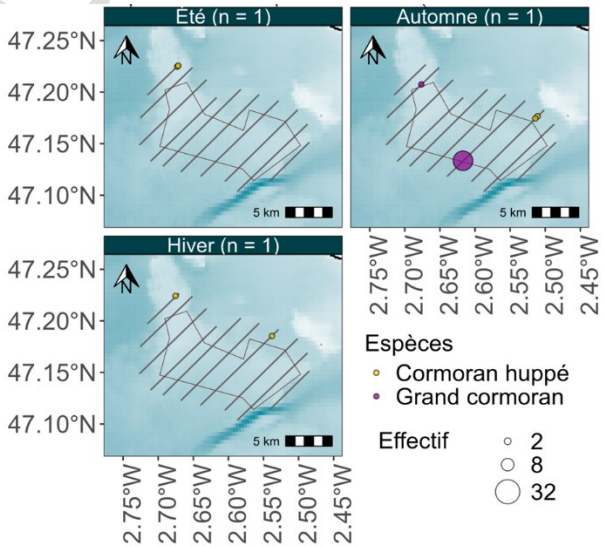
Sur la zone rapprochée du parc, les phénologies de présence sont différentes entre l'EDR et la première année d'exploitation, mais elles sont issues de très peu de données ce qui indique des observations rares lors de chaque sortie.

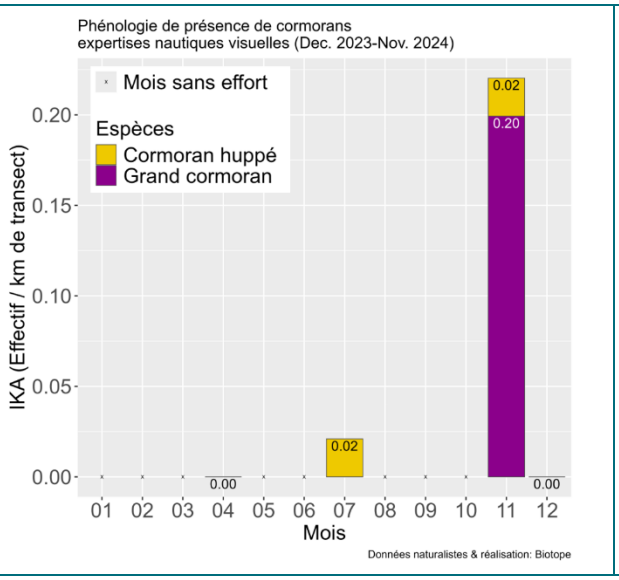
Pendant la première année d'exploitation, 19 Grands Cormorans ont été observés en novembre uniquement, et six Cormorans huppés ont été observés en juillet, novembre et décembre. Aucun cormoran n'a été observé posé ou pendant les snapshots lors du suivi du mois de novembre, ces individus n'apparaissent donc pas dans la phénologie de densité, mais ils sont représentés dans la phénologie des IKA des oiseaux en vols. La majorité des observations étaient dans la périphérie de la zone du parc.

Cette analyse comparative entre l'état de référence et la première année d'exploitation sera affinée lorsqu'on aura davantage de données liées à la phase d'exploitation.

Version post

Tableau 86. Phénologies et cartes de distribution des cormorans selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). Les Grands Cormorans sont représentés en violet, les Cormorans huppés en jaune et les cormorans indéterminés en orange.

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		
Exploitation (suivi nautique)		



5.11.4 Analyse des comportements

5.11.4.1 Comportement et recherche alimentaire

Lors de la première année d'exploitation, et des suivis grands transects, la majorité des cormorans ont été observés posés, soit sur des bouées, soit sur le phare de la Banche. Le reste des oiseaux ont été observés en vol. Lors des suivis petits transects, c'est l'opposé, la majorité des oiseaux ont été observés en vol (Tableau 87).

Tableau 87. Proportion de cormorans observés en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation.

Espèces	Grands transects		Petits transects	
	Nombre d'observations	Proportion en vol	Nombre d'observations	Proportion en vol
Grand Cormoran	9	22,2%	2	100%
Cormoran huppé	15	6,7%	6	66.6%
Cormoran indéterminé	6	33,3%	0	

5.11.4.2 Comportement autour des éoliennes

Aucun cormoran n'a été observé à proximité d'éoliennes lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation.

5.11.4.3 Analyse des hauteurs de vol

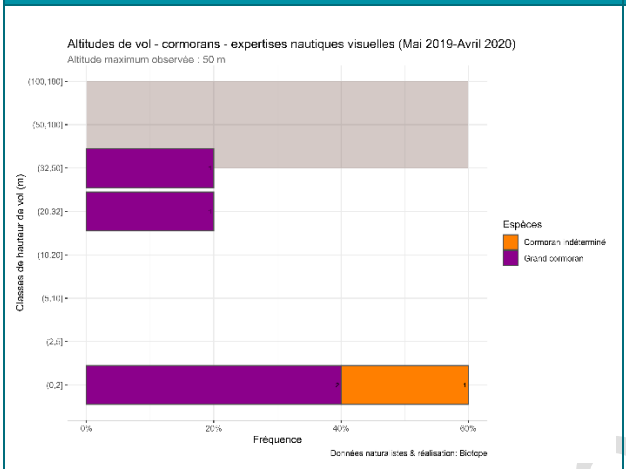
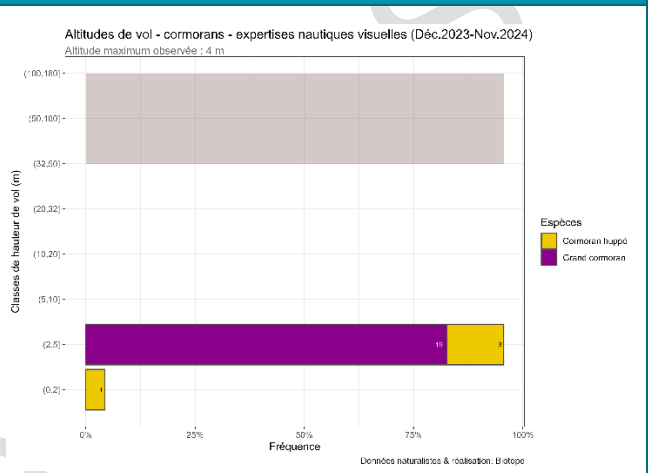
Les cormorans volent généralement à basse altitude. Ainsi, l'altitude maximale observée a été, de manière ponctuelle, de 50 m pendant l'EDR et de 4 m pendant la première année d'exploitation (Tableau 89). 100% des cormorans observés en vol, volaient sous la zone de rotation des pales (Tableau 88).

Version post_RST

Tableau 88. Proportions d'individus de cormorans observés en vol lors des petits transects sous la zone de rotation des pales (< 32 m). Le nombre d'individus observés en vol est indiqué entre parenthèse.

Espèce	2019/2020	2023/2024
Grand Cormoran	75% *(n_obs=4)*	*100% (n_obs=19)*
Cormoran huppé	*(n_obs=0)*	*100% (n_obs=4)*

Tableau 89. Distribution des hauteurs de vol des cormorans par espèce pendant l'EDR et la première année d'exploitation.

Etat de référence	Phase d'exploitation année 1
	

5.11.5 Synthèse

Le Grand Cormoran et le Cormoran huppé sont deux espèces sédentaires dans le nord du golfe de Gascogne. Des colonies nicheuses côtières et continentales se trouvent au nord (île Dumet) et au nord-ouest (archipel de Houat) de la zone du parc. Ces espèces trouvent leur nourriture dans les eaux peu profondes, près des côtes ou dans les eaux douces. Elles ont besoin de zones émergées pour pouvoir sécher leurs plumes.

Ces caractéristiques expliquent pourquoi lors de l'EDR et de la première année d'exploitation des individus ont été observés tout au long de l'année sur la zone élargie du parc, avec une distribution plutôt côtière. La zone rapprochée du parc n'est pas une zone de prédilection pour cette espèce, probablement située trop loin des côtes et sans élément émergeant de l'eau. Lors de l'EDR et de la première année d'exploitation très peu d'observations ont été faites dans la zone.

Les cormorans sont considérés comme ayant un niveau faible de sensibilité générale aux effets de déplacements et de modification de trajectoire pendant la phase d'exploitation des parcs éoliens en mer. Le faible nombre d'observations lors des suivis nautiques de la première année d'exploitation ne permet pas pour l'instant de vérifier ce niveau de sensibilité sur la zone du parc éolien en mer de Saint Nazaire.

Version projet

5.12 Plongeons

5.12.1 Espèces concernées

Trois espèces de plongeons ont été observées pendant l'état de référence (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024) :

- Le Plongeon catmarin (migrateur, hivernant) ;
- Le Plongeon arctique (migrateur, hivernant) ;
- Le Plongeon imbrin (migrateur, hivernant).



Figure 60 : Plongeon catmarin



Figure 61 : Plongeon imbrin

Le Plongeon catmarin est l'espèce de plongeon la plus identifiée lors de la première année d'exploitation puisqu'il concerne 49% des contacts de plongeon. Le Plongeon imbrin constitue 17% des effectifs. Six Plongeons arctiques a été observés pendant la première année d'exploitation alors qu'aucun n'avait été détecté lors de l'état de référence (Tableau 90).

Tableau 90. Synthèse du nombre total d'observations des plongeons sur l'ensemble des transects (grands et petits), et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024).

Espèce	2019/2020			2023/2024		
	Nombre d'individus	Distribution générale	Pic de présence	Nombre d'individus	Distribution générale	Pic de présence
Plongeon catmarin	24	Hiver	Décembre	20	Hiver	Décembre
Plongeon arctique	0	/	/	6	Hiver	Décembre
Plongeon imbrin	8	Hiver	Décembre	7	Hiver	Décembre
Plongeon indéterminé	21	Printemps	Avril	8	Hiver	Décembre

Version post-CT

5.12.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

5.12.2.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations

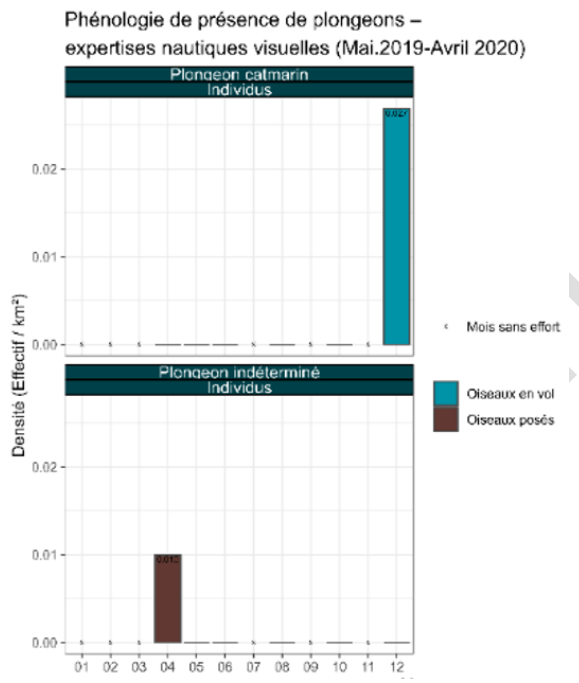
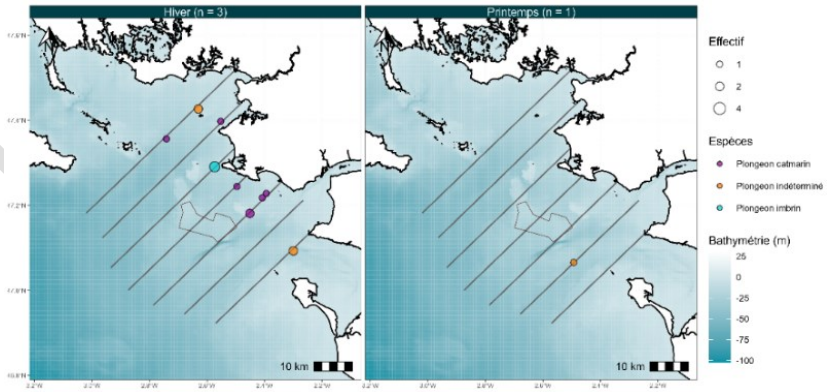
À l'échelle de la zone élargie du parc, les observations de plongeons ont été très peu nombreuses lors de la première année d'exploitation, avec des observations en période d'hivernage et lors des périodes de migration pré et postnuptiales, tout comme lors de l'état de référence.

Les densités maximales calculées sont très faibles pour le Plongeon imbrin (0,03 ind./km²) et le Plongeon catmarin (0,09 ind./km²) (Tableau 91).

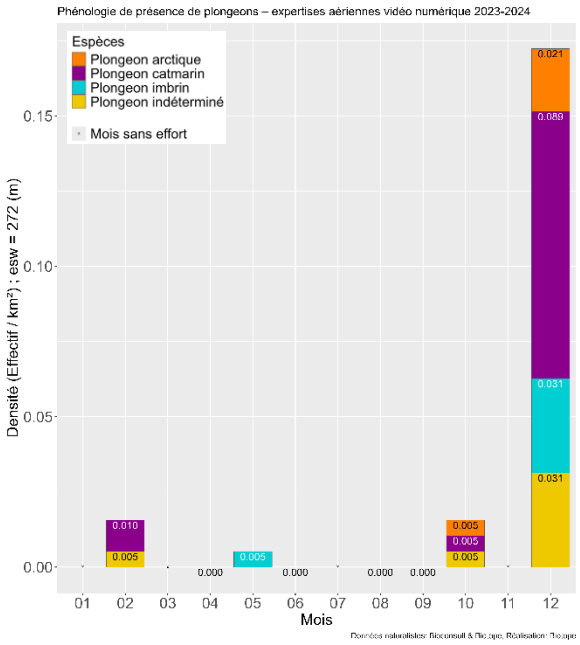
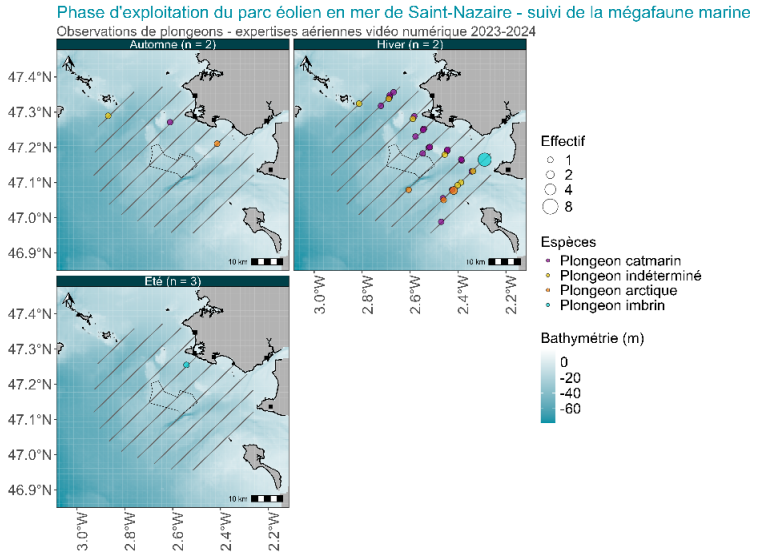
À l'échelle de la zone élargie du parc, les zones d'observations principales sont situées au large de l'estuaire de la Vilaine, de la presqu'île guérandaise et de la baie de la Baule. Les observations sont globalement très côtières et les oiseaux fréquentent peu la zone du parc.

Une comparaison plus affinée avec l'état de référence sera faite avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation. À ce stade, aucune différence notable n'est à noter tant dans la phénologie que dans la distribution spatiale entre les deux phases.

Tableau 91. Phénologies et cartes de distribution des plongeons selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		

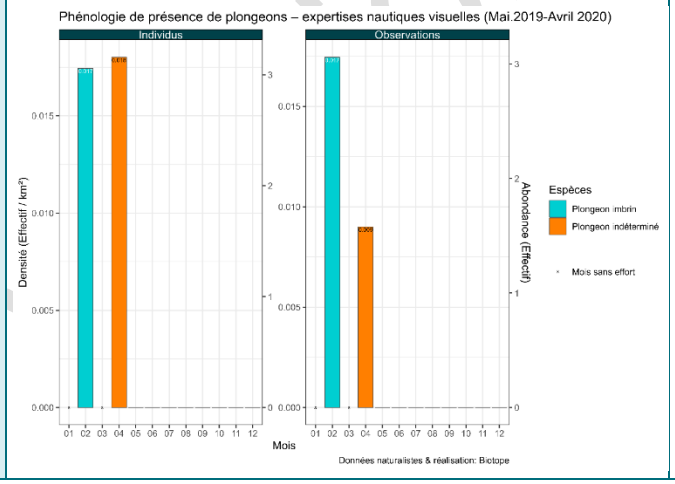
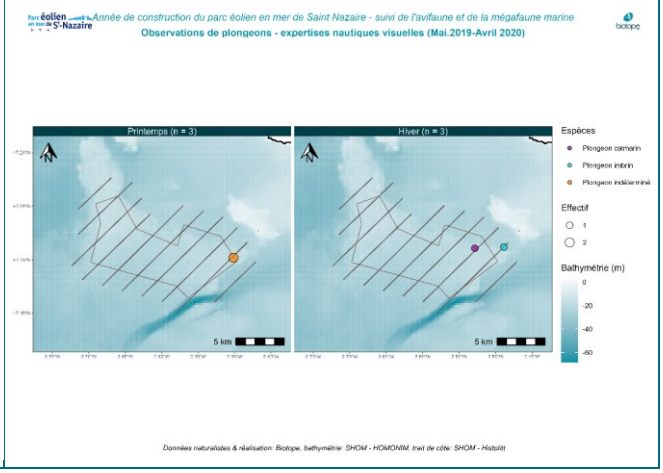
Version post-RST

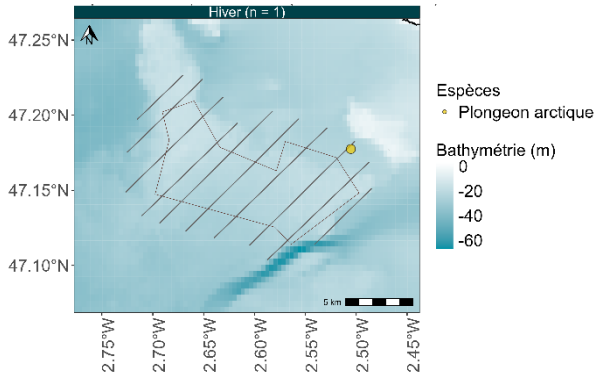
	Phénologie	Distribution spatiale
Construction (suivi aérien digital)		

5.12.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats – Petits transects

Lors de la première année d'exploitation, un seul Plongeon arctique a été observé lors des suivis nautiques petits transects. Il était en dehors de la zone du parc, à l'est de la zone d'étude.

Tableau 92. Phénologies et cartes de distribution des plongeons selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat de référence (suivi nautique)		

	Phénologie	Distribution spatiale
Exploitation (suivi nautique)	Une seule observation	

5.12.4 Analyse des comportements

5.12.4.1 Comportement et recherche alimentaire

Lors des suivis grands transects de la première année d'exploitation, 97% des plongeons ont été détectés posés (Tableau 93). Le seul plongeon observé lors des suivis petits transects était en vol et il avait un comportement de fuite par rapport au bateau d'observation.

Tableau 93. Proportion de plongeons observés en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation.

Espèces	Grands transects		Petits transects	
	Nombre d'observations	Proportion en vol	Nombre d'observations	Proportion en vol
Plongeon catmarin	20	5%	0	
Plongeon arctique	4	0%	1	100%
Plongeon imbrin	2	0%	0	
Plongeon indéterminé	8	0%	0	

5.12.4.2 Comportement autour des éoliennes

Aucun plongeon n'a été observé à proximité d'éoliennes lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation.

5.12.4.3 Analyse des hauteurs de vol

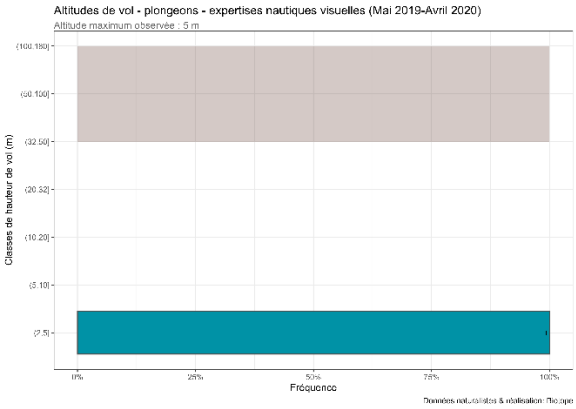
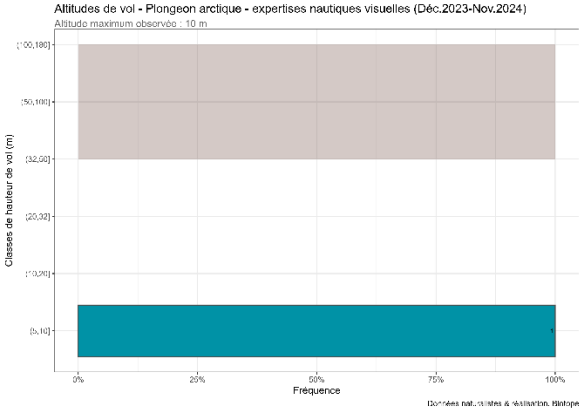
Les plongeons volent généralement à basse altitude. Le plongeon, observé en vol lors des suivis nautiques, volait au ras de l'eau.

Tableau 94. Proportions d'individus de plongeons observés en vol sous la zone de rotation des pales des éoliennes (< 32 m). Le nombre d'individus observés en vol est indiqué entre parenthèse.

Espèce	2019/2020	2023/2024
Plongeon sp.	100% (n_obs=*1*)	100% (n_obs=*1*)

Version Post_RS

Tableau 95. Distribution des hauteurs de vols des plongeons par espèce pendant l'EDR et la première année d'exploitation.

Etat de référence	Phase d'exploitation année 1
	

5.12.5 Synthèse

Les plongeons sont un groupe d'espèces migratrices, présentes en France en période internuptiale, d'octobre à avril principalement. Trois espèces de plongeons (Plongeon catmarin, Plongeon imbrin et Plongeon arctique) ont été observées pendant les suivis de la première année d'exploitation, principalement des Plongeons catmarins (effectifs les plus élevés). Quelques individus indéterminés ont également été observés. Le pic de présence des Plongeons catmarin et imbrin se situe en décembre pendant la période d'hivernage, que ce soit pendant l'EDR ou pendant la première année d'exploitation. Quelques individus ont aussi été observés, conformément aux connaissances sur l'espèce, pendant les migrations pré et postnuptiale.

Au sein de la zone d'étude, la majorité des observations de plongeons ont été faites sur la zone côtière, au large de l'embouchure de l'estuaire de la Vilaine, de la presqu'île guérandaise et de la baie de la Baule, dans des secteurs où la ressource trophique est abondante. La distribution géographique des observations de plongeons ne montre pas de zone d'occupation préférentielle, autre que près des côtes, mais le nombre d'observations est très faible.

Les plongeons sont considérés comme ayant un niveau fort de sensibilité générale aux effets de déplacement pendant la phase d'exploitation des parcs éoliens en mer.

Les plongeons ont été observés en vol à très basse altitude.

Version post_I

6 Analyse comparative « Mammifères marins » - état de référence et phase d'exploitation

6.1 Espèces concernées

L'étude d'impact (2014) concluait qu'il était vraisemblable que la zone d'implantation du parc éolien ne présente pas de caractère particulier pour les mammifères marins : aucun groupe résident n'est connu localement, et la zone d'implantation du parc éolien ne semble pas présenter de spécificités pour les mammifères marins en comparaison avec les secteurs adjacents. Trois espèces de mammifères marins sont présentes régulièrement sur la zone d'étude :

- Dauphin commun (présent toute l'année, avec forte densité en été) ;
- Grand Dauphin (présent toute l'année surtout au large, faible densité) ;
- Marsouin commun (présent toute l'année, avec une densité plus forte en été) ;

Aucune espèce n'est résidente dans la zone d'étude.

Le Phoque gris est rare sur la zone d'étude, car elle est située en dehors de leur zone de distribution principale qui est localisée plus au nord (pointe Bretagne, puis îles britanniques). Cependant, des incursions d'individus isolés sont connues le long des côtes de l'Atlantique.

D'autres espèces comme des Dauphins bleu-et-blanc, les Globicéphales noirs ou les Rorquals communs utilisent occasionnellement la zone d'étude en été. Depuis les premiers suivis en lien avec la construction du parc éolien de Saint Nazaire en 2013, 15 individus de Globicéphale noir ont été observés lors d'une seule sortie en 2013, et un petit rorqual a été observés en 2019. Au total, 12 observations de mammifères marins n'ont pas pu être identifiées sur toute la période.

6.2 Données générales de la première année d'exploitation

6.2.1 Données générales lors des sessions grands transects 2023/2024

Lors des 8 sessions grands transects (expertises aériennes digitales haute altitude) réalisées entre octobre 2023 et septembre 2024, 318 mammifères marins ont été notés lors de 108 observations sur 2 799 km parcourus (Tableau 96) : 69% des observations étaient du Dauphin commun et 20% du Marsouin commun. Les 10% restant sont des dauphins indéterminés (5%), des mammifères marins indéterminés (2%) et deux phoques non identifiés à l'espèce.

Version post RCT

Tableau 96. Nombre d'observations et effectifs cumulés des mammifères marins observés lors des expertises aériennes digitales de la première année d'exploitation (2023/2024).

Espèces		06/10/2023	15/12/2023	04/02/2024	10/04/2024	25/05/2024	25/06/2024	03/08/2024	19/09/2024	Total
Dauphin commun	Effectif	54	8	26	9	5	60	51	57	270
	Observation	20	2	8	3	1	17	12	12	75
Dauphin indéterminé	Effectif	2	0	3	0	0	0	0	2	7
	Observation	1		3					2	6
Marsouin commun	Effectif	19	5	0	1	1	0	4	5	35
	Observation	9	5		1	1		2	4	22
Phoque indéterminé	Effectif	0	1	0	0	0	1	0	0	2
	Observation		1				1			2
Phoque / petit cétacé	Effectif	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Observation	1								1
Mammifère marin indéterminé	Effectif	1	0	0	2	0	0	0	0	3
	Observation	1			1					2
Total mammifères marins	Effectif	**77**	**14**	**29**	**12**	**6**	**61**	**55**	**64**	**318**
	Observation	**32**	**8**	**11**	**5**	**2**	**18**	**14**	**18**	**108**

6.2.2 Données générales lors des sessions petits transects 2023/2024

Lors des 4 sessions petits transects réalisés entre décembre 2023 et novembre 2024, 116 mammifères marins ont été notés dans la zone rapprochée du parc sur 384 km parcourus *on effort* (Tableau 97) : 67% des observations sont des observations de Dauphin commun et 33% de Marsouin commun. Cependant, 94% des effectifs sont des Dauphins communs.

Tableau 97. Effectifs (Eff) et nombre d'observations (Obs.) des mammifères marins observés lors des 4 sessions petits transects de la première année d'exploitation.

Espèces	15/12/2023		17/04/2024		19/07/2024		05/11/2024		Total par espèce	
	Eff.	Obs.	Eff.	Obs.	Eff.	Obs.	Eff.	Obs.	Eff.	Obs.
Dauphin commun	0		1	1	31	3	0		**32**	**4**
Marsouin commun	2	2	0	0	0	0	0		**2**	**2**
TOTAL	**2**	**2**	**1**	**1**	**31**	**3**	**0**	**0**	**34**	**6**

version post-RST

6.3 Comparaison des phénologies et distribution des mammifères marins entre l'état de référence et la première année d'exploitation

6.3.1 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

Pendant la première année d'exploitation, des mammifères marins ont été détectés tous les mois, faisant l'objet de suivi. Leur présence était plus importante en été et en automne, avec une densité maximale observée en juin pour les Dauphins communs et en octobre pour les marsouins. Lors de l'EDR, une présence annuelle de Dauphin commun avait été observée, également avec une présence un peu plus importante en été qu'en automne. Les marsouins n'avaient été observés que lors de 3 suivis, au mois de mai, de juin et de décembre. Cette différence de nombre de détections peut s'expliquer par une meilleure détection de marsouins lors des suivis aériens digitaux. Aucun Grand dauphin n'a été détecté lors de la première année d'exploitation. Lors de l'EDR un seul groupe avait été observé à plus de 300 m du bateau. La phénologie des Dauphins communs correspond aux connaissances actuelles sur cette espèce : présence annuelle sur la zone d'étude, avec une densité plus forte en été et à l'automne.

Lors de la première année d'exploitation, le suivi digital aérien n'a relevé aucune observation de mammifère marin dans l'enceinte du parc (Tableau 99) et une observation lors des suivis par bateau (Tableau 100)

Lors de la première année d'exploitation, la répartition spatiale des mammifères marins, sur l'ensemble de la zone d'étude, au cours des différentes saisons était relativement homogène (Tableau 99) avec peut-être à priori un nombre de détections plus important dans la zone Est de la zone en automne (interprétation à confirmer avec plus de données).

L'analyse comparative avec l'EDR sera affinée avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation.

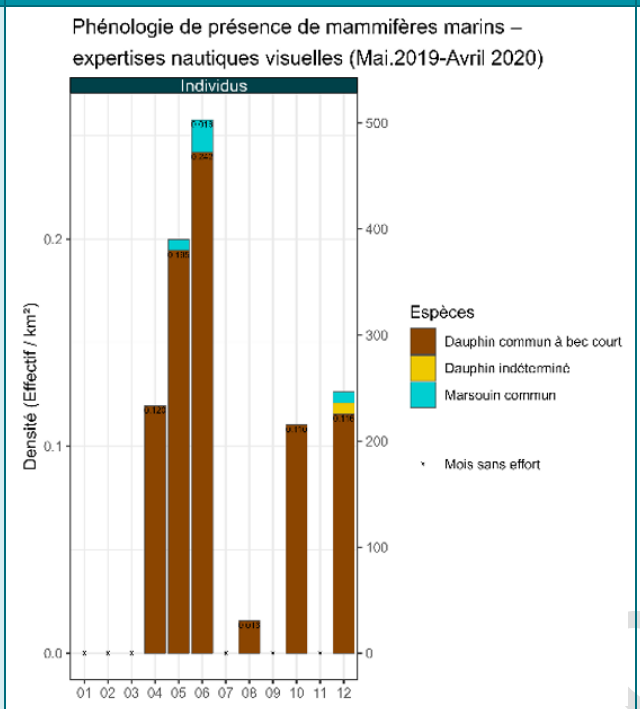
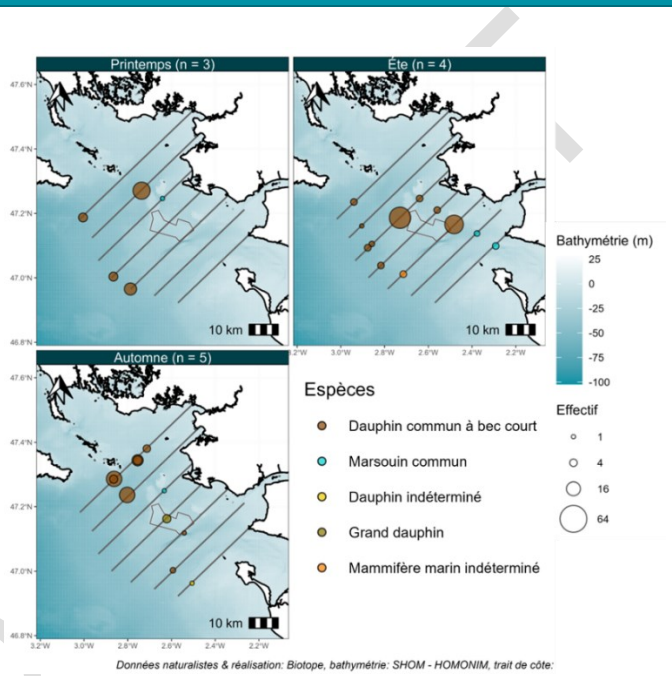
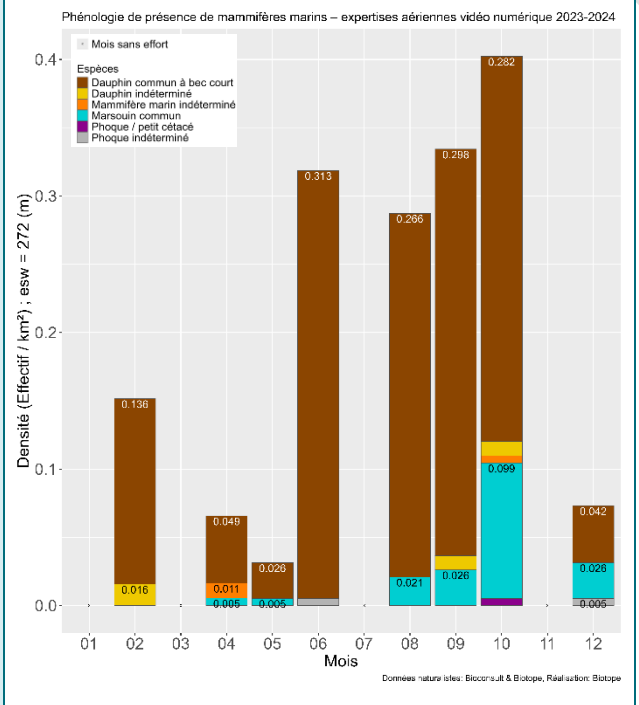
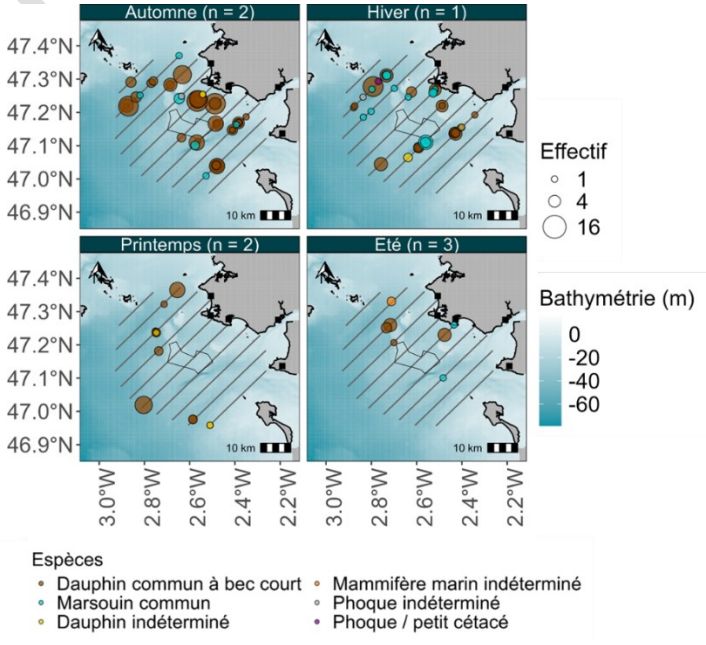
Tableau 98. Tableau de comparaison des effectifs et observations de mammifères marins entre l'état de référence (EDR) et la première année d'exploitation – Grands transects.

Espèces		Etat de référence (2019/2020) 6 suivis	Première année d'exploitation (2023/2024) 8 suivis
Grand dauphin	Effectif Observation	5 1	0
Marsouin commun	Effectif Observation	7 4	35 22
Dauphin commun	Effectif Observation	205 21	270 75
Dauphin indéterminé	Effectif Observation	2 2	7 6
Phoque indéterminé	Effectif Observation	0	2 2
Petit rorqual commun	Effectif Observation	3 1	0
Phoque / petit cétacé	Effectif Observation	0	1 1
Mammifère marin indéterminé	Effectif Observation	0	3 2
Total mammifères marins	**Effectif**	**222**	**314**

version post-PSR

Espèces		Etat de référence (2019/2020) 6 suivis	Première année d'exploitation (2023/2024) 8 suivis
	Observation	29	56

Tableau 99. Phénologies et cartes des observations des mammifères marins selon la méthode strip-transect – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).

	Phénologie	Distribution des données brutes
Etat de référence (suivi nautique)		
Exploitation (suivi aérien digital)		

6.3.2 Exploitation de la zone du parc et ses abords - Petits transects

Dans la zone d'étude rapprochée, lors de trois suivis sur les quatre de la première année d'exploitation, 2 marsouins et 4 groupes de Dauphins communs ont été observés. Les dauphins ont été observés au printemps et en été et les marsouins en décembre. Lors de l'EDR des marsouins avaient aussi été détectés en été.

Le très faible nombre d'observation lors des suivis nautique, ne permet pas pour l'instant d'identifier des zones de préférences en fonction des saisons.

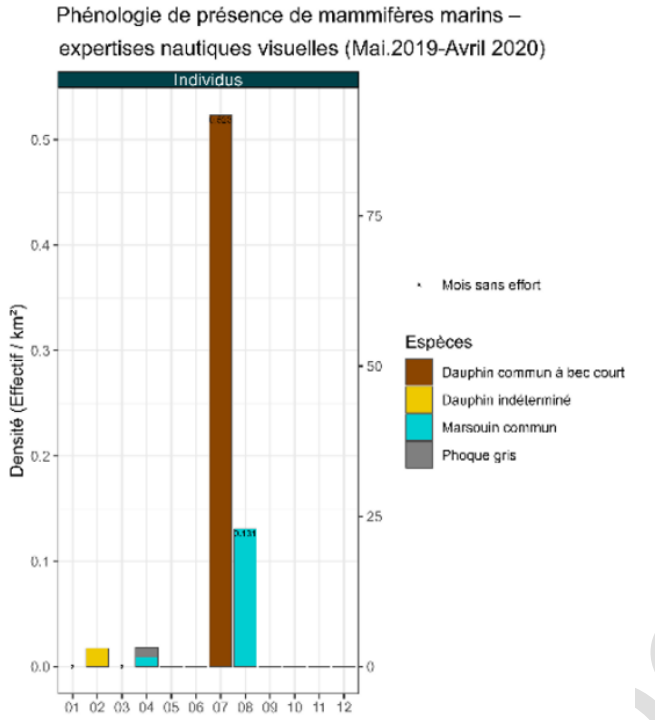
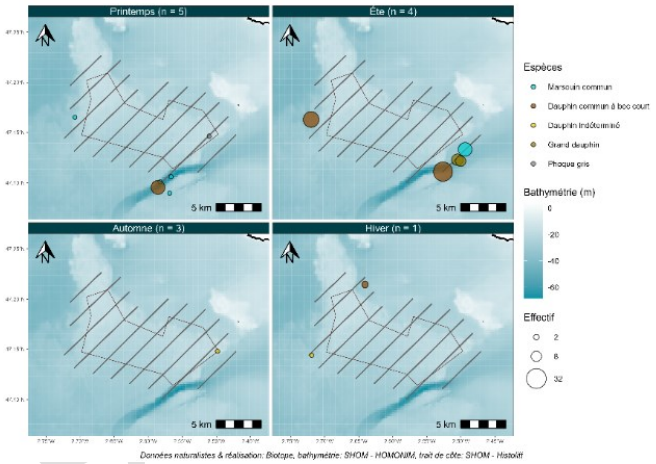
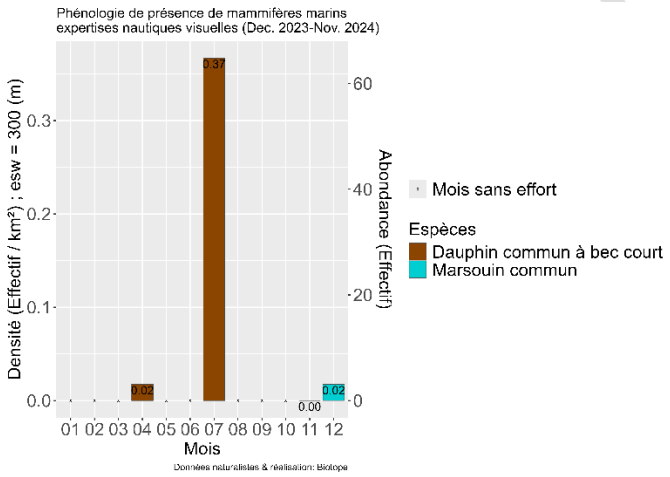
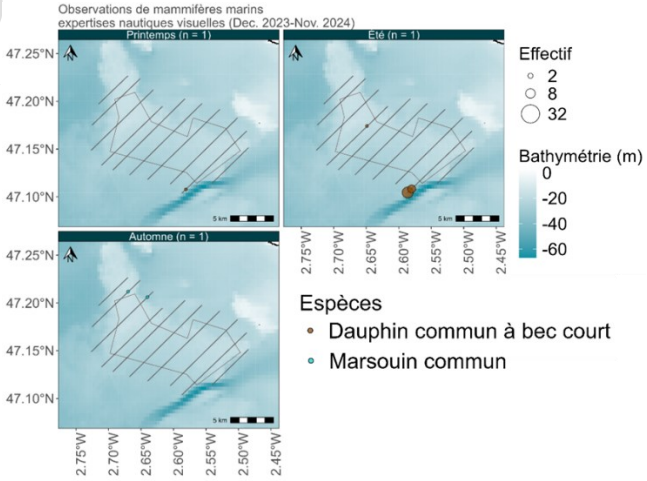
Cette analyse sera affinée avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation.

Tableau 100. Tableau de comparaison des effectifs et observations de mammifères marins entre l'état de référence (EDR) et la première année d'exploitation - Petits transects.

Espèces		Etat de référence (2019/2020) 12 suivis	Première année d'exploitation (2023/2024) 4 suivis
Grand dauphin	Effectif Observation	18 2	0
Marsouin commun	Effectif Observation	19 5	2 2
Dauphin commun	Effectif Observation	68 4	32 4
Dauphin indéterminés	Effectif Observation	2 2	0
Phoques	Effectif Observation	1 1	0
Total mammifères marins	**Effectif**	**108** **14**	**34** **6**

Version BST

Tableau 101. Phénologies et cartes de densités moyennes des mammifères marins selon les méthodes distance-sampling (état de référence), strip-transect (exploitation) et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). Le Marsouin commun est en turquoise, le Dauphin commun en marron, le Grand dauphin en vert et le dauphin indéterminé en jaune.

	Phénologie	Distribution des données
Etat de référence (suivi nautique)		
Exploitation (suivi nautique)		

6.3.3 Synthèse

Trois espèces de mammifères marins sont connues pour fréquenter la zone d'étude, le Grand Dauphin, le Dauphin commun et le Marsouin commun. Lors de la première année d'exploitation, ces trois espèces ont été vues de manière récurrente et mensuelle pour le Dauphin commun et le Marsouin commun et de manière sporadique (une seule fois) pour le Grand Dauphin. Lors des suivis digitaux, des marsouins ont été identifiés toute l'année, ce qui n'était pas le cas lors des suivis nautiques. De plus, la taille des groupes observés lors de la première année d'exploitation était plus grosse (jusqu'à 6 individus) que lors de l'EDR pendant lequel les observateurs avaient noté un seul individu pour

chaque observation. Ces deux différences sont une conséquence directe du changement de méthodologie de suivi. En effet, le Marsouin commun, par sa taille et son comportement (il n'émerge pas beaucoup de l'eau, il évite les bateaux), est particulièrement difficile à observer à partir d'un bateau. À l'opposé, vu du ciel, il est possible de voir les animaux qui émergent, mais aussi ceux étant à quelques mètres sous la surface, et lorsqu'il y a un groupe, il est beaucoup plus facile de compter tous les individus.

Les conclusions des suivis acoustiques de la mesure MSU8 (SOMME, 2025), de la première année d'exploitation, indiquent que :

- Les **marsouins** semblent favoriser le sud du parc plutôt que le nord, et ont été détectés essentiellement en hiver.
- Les **delphinidés** ont été détectés sur les deux périodes (été et hiver), et semblent favoriser la zone sud du parc en été et l'ouest du parc en hiver.

La saisonnalité des détections acoustiques avec une présence plus forte de marsouins en hiver qu'en été et une présence des delphinidés autant en hiver qu'en été est similaire aux phénologies des données visuelles. Cependant,, la distribution des détections visuelles ne correspond pas aux conclusions des données acoustiques. Il semblerait que, visuellement, c'est dans le Nord et l'Est de l'aire d'étude élargie que les plus grands nombres d'observations de delphinidés et marsouins ont lieu.

Une analyse affinée sera faite avec les données des deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation.

Version post_RST

7 Exemple de livrable de Synthèse comparative état initial, état de référence et première année d'exploitation

Note : une deuxième année consécutive de suivi est en cours et une troisième est également prévue, ainsi cette synthèse :

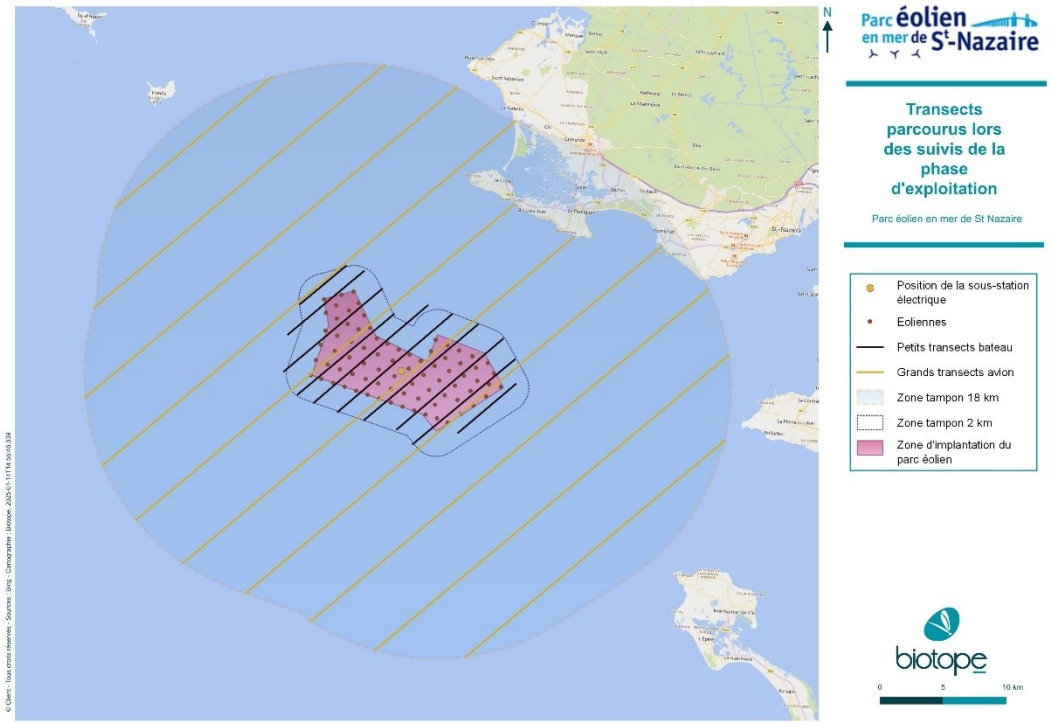
- Est une trame pour le prochain rapport qui contiendra deux années de données.
- Cette synthèse contient une brève conclusion qui traduit les premières tendances notables qui seront confirmées ou pas lors du prochain rapport.
- Permet d'identifier n'y a pas de résultats qui indiqueraient qu'une espèce mériterait une attention particulière rapidement.

Depuis le mois d'octobre 2022, la société Parc du Banc de Guérande (PBG) exploite le parc éolien en mer de Saint Nazaire. Afin de caractériser l'évolution de la fréquentation, dans la zone d'implantation du parc éolien et dans une aire d'étude élargie, des oiseaux en premier lieu, et secondairement par la mégafaune marine (mammifères marins), la mesure de suivi MSU10, initiée lors de l'état de référence, a été poursuivie lors de la phase de construction et se poursuit pendant les premières années d'exploitation.

Entre la phase de l'état de référence et l'exploitation, les méthodes et technologies de suivis ont été ajustées afin de répondre aux contraintes techniques imposées par un parc éolien (présence des éoliennes et trafic maritime très important sur la zone du parc pendant la phase de construction). Les expertises, lors de l'exploitation, ont été mises en œuvre de façon régulière afin de couvrir toutes les périodes biologiques (hivernage, migration prénuptiale, période de reproduction, migration postnuptiale).

Lors de la première année d'exploitation, le suivi de l'avifaune et de la mégafaune marine a eu lieu du mois de décembre 2023 au mois de novembre 2024. Il a été constitué de 8 survols aériens digitaux (vol à 550 m d'altitude, octobre, décembre 2023 ; février, avril, mai, juin, août et septembre 2024) au sein d'une aire d'étude élargie s'étendant sur un rayon de 18 km autour du parc (Carte 6) et d'un suivi nautique par saison (décembre 2023 ; avril, juillet et novembre 2024) ciblant une aire d'étude rapprochée autour du parc (Carte 6). Ce protocole a permis : (i) d'augmenter la couverture (>10%) sans réduire le nombre de campagnes pour l'aire d'étude élargie ; (ii) de maintenir la couverture de l'aire d'étude immédiate (>16%) en réduisant toutefois le nombre de campagnes au cours de la phase de construction et d'exploitation (Tableau 102). En raison des contraintes météorologiques fortes de l'automne 2024, certains suivis ont été décalés de plusieurs semaines par rapport au planning initial, mais ils ont tous eu lieu dans les fenêtres biologiques théoriques des espèces visées.

Version post_RST



Carte 6 : Transects parcourus lors des expertises de 2023/2024 pendant la phase d'exploitation.

Tableau 102. Comparaison des protocoles d'expertise de l'avifaune et de la mégafaune entre deux grandes phases du projet (état de référence et exploitation), sur la base d'une bande d'observation de 300 m de part et d'autre du transect.

		Etat de Référence 2019/2020	Exploitation 2023/2024
Grands Transects : Aire d'étude élargie	Type d'expertise	Bateau	Avion digital
	Nombre de sessions	6	8
	Nombre de transects	7	10
	Distance max au parc éolien	20 km	18 km
	Longueur totale des transects	271 km	392 km
	Distance entre transects	7,4 km	5 km
	Couverture de l'aire d'étude	6,5%	10,3%
Petit Transects : Aire d'étude immédiate	Type d'expertise	Bateau	Bateau
	Nombre de sessions	12	4
	Nombre transects	10	10
	Distance max du parc éolien	2 km	2 km
	Longueur totale des transects	96 km	96 km
	Distance entre transects	1,85 km	1,1 à 2,2km
	Couverture de l'aire d'étude	16,36%	16,36 %

L'analyse des données de la première année d'exploitation et leur comparaison avec l'état de référence précédentes ont été réalisées grâce à 3 catégories d'exploitation de données (Figure 62) :

- Comparaison des phénologies de densité des effectifs et des observations, en adaptant la méthode d'estimation des densités aux données (utilisation de la méthode de distance sampling

ou strip transect pour les oiseaux posés et utilisation de la méthode des snapshots pour les oiseaux en vol sur les suivis nautiques) ;

- Comparaison de la distribution spatiale des densités moyennes par saison (basée sur les mêmes méthodes d'estimation de densités que pour les phénologies) ;
- Pour neuf espèces avec suffisamment de données, une analyse After-Gradient des données d'exploitation associée à une analyse Gradient des données de l'état de référence a été conduite pour déterminer si la densité des espèces modélisées était différente en fonction de la distance au parc en exploitation, afin de déterminer si celui-ci aurait un effet de déplacement ou de barrière pour ces espèces.

De plus, une analyse des hauteurs de vol à partir des données de suivi nautique a été faite pour chaque espèce d'oiseaux. À date, du fait du manque d'une méthodologie robuste et validée par des pairs, il n'a pas été possible d'estimer la hauteur de vol des oiseaux à partir des données acquises lors des expertises aériennes digitales.

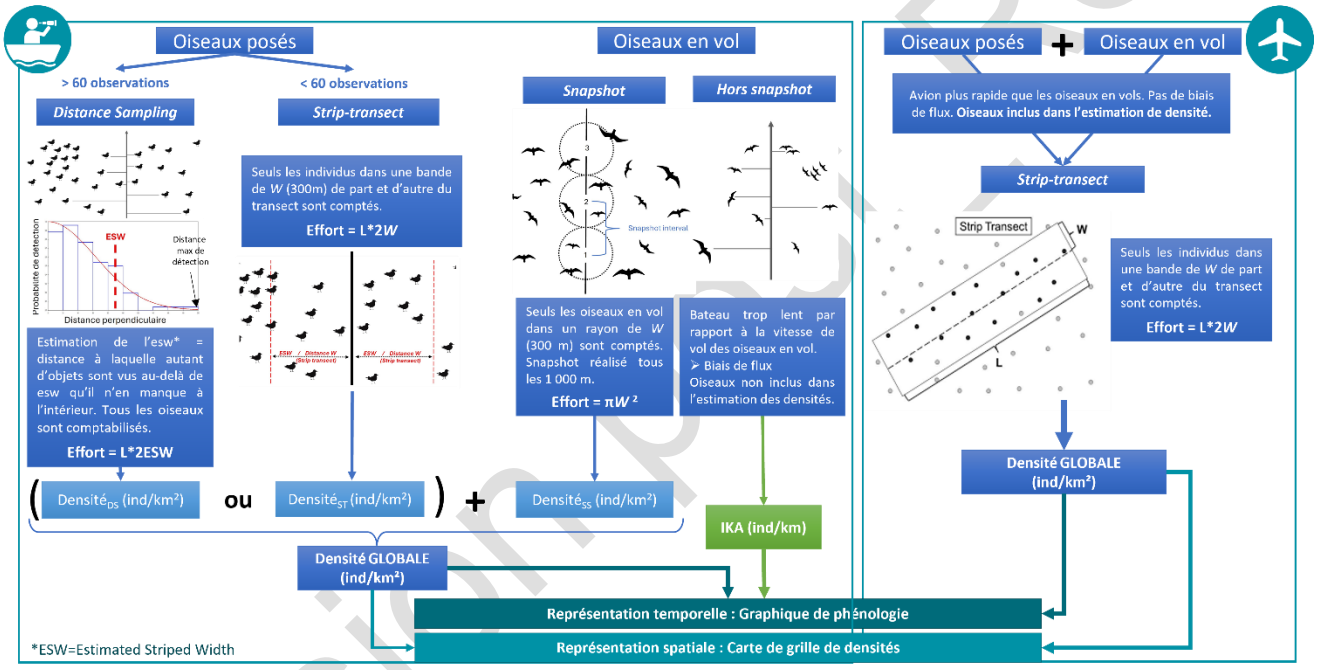


Figure 62 : Description schématique du processus d'estimation de densités à partir des données issues de suivis nautiques et aériens.

L'évolution des protocoles de suivi entre les phases pré-construction et d'exploitation a eu des conséquences sur les méthodes d'analyse et sur la comparaison des résultats entre les phases. Ainsi :

- A cause d'une probabilité de détection trop différente entre les suivis nautiques et les suivis aériens digitaux, il n'est pas possible de comparer les valeurs absolues de densité entre l'état de référence et l'exploitation ;
- Mais il est possible, pour la majorité des espèces, et pour toutes les espèces à enjeux, de comparer l'évolution des phénologies et les aires de distribution et ainsi d'identifier si les effets attendus de l'exploitation du parc ont eu un impact ou non sur les oiseaux et mammifères marins ;
- Il est possible de connaître la distribution des hauteurs de vol de toutes les espèces observées grâce aux données comportementales recueillies pour les suivis nautiques avec observateurs embarqués.

Version PST

Le Tableau 103 ci-dessous fournit une synthèse succincte des principales informations clés qui ressortent de la comparaison des résultats des suivis en phase d'exploitation et lors de l'état de référence pour les principales espèces d'oiseaux.

Tableau 103. Synthèse des principales données d'état de référence et suivis en phase de construction concernant les principales espèces d'oiseaux rencontrées localement. Cette synthèse compile les principales informations issues des expertises de 2019/2020 et 2023/2026 pour les principales espèces à enjeux. Des informations sont fournies pour les activités notées sur l'aire d'étude immédiate (AEI) et l'aire d'étude élargie (AEE).

Espèces	Type de présence observée	Activités sur l'AEI	Pic de présence lors de l'état initial et l'EDR	Pic de présence lors des suivis « exploitation »	Distribution	Différences EDR / suivis en phase d'exploitation
Guillemot de Troïl	Présence saisonnière (principalement octobre à mai)	Repos, déplacements, alimentation	Décembre et avril.	*Partie qui sera complétée à l'issue des 3 années de suivi*		
Pingouin torda	Présence saisonnière (principalement octobre à mai)	Repos, déplacements, alimentation	Entre novembre et février.			
Fou de Bassan	Présence toute l'année, fluctuante	Repos, déplacements, alimentation	Avril à octobre.			
Goéland argenté	Présence toute l'année, fluctuante	Repos, déplacements, alimentation	Août/septembre pour état initial et Mai/Juin pour l'EDR			
Goéland brun	Peut être observé toute l'année, mais moins fréquent en hiver	Repos, déplacements, alimentation	Pic en août pour l'état initial et avril et juin pour l'EDR			
Goéland marin	Présence toute l'année, fluctuante	Repos, déplacements, alimentation	Pic de juin à octobre			
Goéland cendré	Présence saisonnière (migration et hivernage).	Repos, déplacements, alimentation	Octobre à février. Densités très faibles			
Mouette tridactyle	Présence saisonnière (principalement octobre à mars)	Repos, déplacements, alimentation	Décembre à février.			
Mouette pygmée	Présence saisonnière (principalement octobre à mars)	Repos, déplacements, alimentation	Octobre. Densités très faibles			
Mouette rieuse	Présence saisonnière (principalement en hiver)	Déplacements	Octobre à décembre.			
Mouette mélanocéphale	Présence toute l'année, fluctuante	Déplacements	Octobre et décembre. Densités très faibles			
Puffin des Baléares	Présence saisonnière, Juin à octobre principalement	Repos, déplacements, alimentation	Juin et août Présence variable selon les années et les mois.			

Version post_RS

Espèces	Type de présence observée	Activités sur l'AEI	Pic de présence lors de l'état initial et l'EDR	Pic de présence lors des suivis « exploitation »	Distribution	Différences EDR / suivis en phase d'exploitation
Puffin des Anglais	Présence ponctuelle, peu fréquent	Déplacements, alimentation	Rarement observé. Mai / Juin			
Puffin fuligineux	Présence ponctuelle, peu fréquent	Déplacements	Rarement observé Mai à août.			
Fulmar boréal	Présence ponctuelle, peu fréquent	Déplacements, alimentation	Rarement observé. Maxi en mai et août			
Océanite tempête	Présence saisonnière, août à octobre principalement	Repos, déplacements, alimentation	Août / septembre.			
Sterne caugek	Présence toute l'année, fluctuante (principalement printemps / été)	Déplacements, alimentation	Avril et août			
Sterne pierregarin	Présence toute l'année, fluctuante (principalement printemps / automne)	Déplacements, alimentation	Mai (état initial), Avril et août (EDR)			
Guifette noire	Présence saisonnière (printemps, automne)	Déplacements	Pas de donnée			
Grand Labbe	Présence toute l'année, fluctuante (plus fréquent fin d'été / automne).	Repos, déplacements, alimentation	Octobre, décembre			
Labbe parasite	Présence saisonnière, migrateur (printemps et automne)	Déplacements	Septembre (état initiale), Avril (état de référence)			
Grand Cormoran	Présence toute l'année, fluctuant. Principalement entre août et février.	Déplacements, alimentation	Juin à décembre.			
Cormoran huppé	Présence toute l'année, fluctuante Printemps et automne principalement.	Déplacement, alimentation	Août/septembre. Densités faibles			
Macreuse noire	Présence saisonnière, automne et hiver.	Déplacements	Avril et décembre			

version post_RST

Le Tableau 104 fournit une synthèse succincte des principales informations clés qui ressortent de la comparaison des résultats des suivis en phase d'exploitation et lors de l'état de référence pour les mammifères marins.

Tableau 104. Synthèse des principales données d'état de référence et suivis en phase d'exploitation concernant les principales espèces de mammifères marins rencontrées localement. Cette synthèse compile les principales informations issues des expertises 2019/2020 et 2023/2026. Des informations sont fournies pour les activités notées sur l'aire d'étude immédiate (AEI) et l'aire d'étude élargie (AEE).

Espèces	Type de présence observée	Pic de présence lors de l'état initial et l'EDR	Pic de présence lors des suivis « exploitation »	Distribution	Différences EDR / suivis d'exploitation
Marsouin	Présence toute l'année,	Juin,			
Grand dauphin	Présence en été	Août			
Dauphin commun	Présence toute l'année, plus importante en été	Juin			

Lors de cette étude, les phénologies et les distributions spatiales de 27 espèces d'oiseaux et de mammifères marins ont été étudiées, comparées et interprétées afin de commencer à identifier si la phase d'exploitation a un effet de déplacement, de perte d'habitat, d'attraction ou de répulsion sur ces espèces. A ce stade de l'analyse un effet d'attraction semble se dessiner pour les espèces de Goélands. Pour les autres espèces, il n'est pas possible de tirer de conclusion. Cette analyse sera affinée avec les deuxième et troisième années de suivi en phase d'exploitation et une comparaison plus affinée sera faite avec les données de l'état de référence.

Version post-RST

Figures, tables et tableaux

Liste des figures

Figure 2 : Représentation schématique des distances et aires couvertes par les suivis aériens digitaux (© BioConsult SH). 15

Figure 3 : Description schématique du processus d'estimation de densités à partir des données issues de suivis nautiques et aériens. 27

Figure 4 : Exemple d'une phénologie réalisée en utilisant des boostraps sur la méthode de strip-transect pour une espèce (x : Mois sans effort). 28

Figure 5 : Exemple d'un graphique de phénologie réalisé à partir des observations collectées lors d'un suivi nautique. 29

Figure 6 : Carte de distribution saisonnière des densités en maille de 25 km^2. Exemple pour le Guillemot de Troïl lors des suivis aériens digitaux par caméra HD. Le nombre en rouge en bas à droite indique le nombre de suivis par saison. 30

Figure 7 : Exemple de carte des observations brutes dont l'échelle de taille des points est proportionnelle au nombre d'individus pour les groupes de moins de 10 (quantile à 95% des tailles de groupe) puis limité à cette taille maximum au-delà. 31

Figure 8 : Représentation théorique de la densité d'une espèce dont la densité diminue dans la zone du parc par rapport à la zone extérieur au parc. 32

Figure 9 : Évolution de la densité estimée de Fou de Bassan en fonction de la distance au parc lors du mois de l'année où l'abondance de l'espèce est la plus forte (le mois de février). La courbe noire/rouge (moyenne) et l'aire bleue/orange (IC95%) correspondent aux estimations issues du modèle avec une fonction de lissage (bleue/noire) /logistique (orange/rouge). Sur l'axe des abscisses, les traits verticaux verts représentent les distances pour lesquelles il y a eu un effort d'échantillonnage sans observation de l'espèce (en vert foncé) et avec présence de l'espèce (en vert clair). 34

Figure 10 : Effet de la distance au parc sur la densité des Fous de Bassan dans l'échelle de la fonction d'effet. La courbe bleue/noire (moyenne) et l'aire violette/bleue (IC95%) correspondent à l'effet estimé par le modèle avec une fonction de lissage ajusté sur les données de l'état de référence (Violet)/ de la phase d'exploitation (bleue). 35

Figure 11 : Effet (échelle log) de la distance au parc sur la densité des Alcidés ajusté par une fonction de lissage sur les données de l'état de référence (courbe bleue -moyenne- et violette -IC95%) et sur les données de la première année d'exploitation (courbe noire – moyenne- et turquoise -CI95%). 38

Figure 12 : Exemple d'une représentation de la proportion des différents comportements reportés lors des suivis nautiques et aériens pour chaque observation. 40

Figure 13 : Exemple d'histogramme des altitudes de vol pour le Fou de Bassan. 41

Figure 14 : Répartition des effectifs totaux par famille des oiseaux observés lors de l'état de référence 2019/2020 et lors de la première année de la phase d'exploitation – Grands transects (bateau pour l'EDR et avion digital pour la phase d'exploitation). Seules les familles avec au moins une détection sont indiquées. « n= » nombres de suivis. 48

Figure 15 : Répartition des effectifs moyens par saison et par famille des oiseaux observés lors de l'état de référence 2019/2020 et lors de la première année de la phase d'exploitation – Grands transects (bateau pour l'EDR et avion digital pour la phase d'exploitation). Seules les familles avec au moins une détection sont indiquées. « n= » indique le nombre de suivis par saison. « n= » nombres de suivis. 48

Figure 16 : Répartition des effectifs totaux par famille des oiseaux observés lors de l'état de référence 2019/2020 et lors de la première année de la phase d'exploitation – Petits transects (bateau pour l'EDR et la phase d'exploitation). Seules les familles avec au moins une détection sont indiquées. « n= » nombres de suivis. 57

Figure 17 : Répartition des effectifs moyens par saison et par famille des oiseaux observés lors de l'état de référence 2019/2020 et lors de la première année de la phase d'exploitation – Petits transects (bateau pour l'EDR et

Version post_RST

la phase d'exploitation). Seules les familles avec au moins une détection sont indiquées. « n= » nombres de suivis. 58

Figure 18 : Proportion d'oiseaux avec plus de 15 observations en recherche active d'alimentaire (chasse / pêche), posé sans comportements d'alimentation active (posé), posé au pied ou sur une éolienne (P. éolienne),posé mais avec un comportement de répulsion par rapport à un navire (P. Répulsion), en vol sans comportement alimentaire actif (Vol), en vol avec un comportement d'attraction vers un navire(V. Attraction), en vol avec un comportement d'évitement d'un navire (V. Répulsion), en alimentation active posé ou en vol (Alimentation), en alimentation active au pied d'une éolienne (Alimentation éolienne). 60

Figure 19 : Goéland marin (© Willy Raitière) 63

Figure 20 : Goéland brun (© Willy Raitière) 63

Figure 21 : Goélands argentés (© Willy Raitière) 63

Figure 22 : Goéland cendré (© Willy Raitière) 63

Figure 23 : Estimation de la densité en fonction de la distance au parc en exploitation pour le Goéland argenté en septembre, en utilisant la méthode After-Gradient avec une fonction de lissage représentée en bleue (intervalles de confiance à 95%) et noire (densité moyenne) et une fonction logistique représentée en jaune (intervalles de confiance à 95%) et rouge (densité moyenne). Sur l'axe des abscisses, des traits verticaux représentent les distances pour lesquelles il y a eu un effort d'échantillonnage sans observation de l'espèce (en vert) et avec présence de l'espèce (en turquoise). 66

Figure 24 : Effet (échelle log) de la distance au parc sur la densité des Goélands argentés ajusté par une fonction de lissage sur les données de l'état de référence (courbe bleue -moyenne- et violette -IC95%) et sur les données de la première année d'exploitation (courbe noire -moyenne- et turquoise -CI95%-). 66

Figure 25: Estimation de la densité en fonction de la distance au parc en exploitation pour le Goéland marin et le Goéland brun, en octobre, en utilisant la méthode After-Gradient avec une fonction de lissage représentée en bleue (intervalles de confiance à 95%) et noire (densité moyenne) et une fonction logistique représentée en jaune (intervalles de confiance à 95%) et rouge (densité moyenne). Sur l'axe des abscisses, des traits verticaux représentent les distances pour lesquelles il y a eu un effort d'échantillonnage sans observation de l'espèce (en vert) et avec présence de l'espèce (en turquoise). 73

Figure 26 : Effet (échelle log) de la distance au parc sur la densité des Goélands marins et bruns ajustée par une fonction de lissage sur les données de l'état de référence (courbe bleue -moyenne- et violette -IC95%) et sur les données de la première année d'exploitation (courbe noire -moyenne- et turquoise -CI95%-). 74

Figure 27 : Carte de distribution des observations de Goéland cendré – Petits transects pendant la première année d'exploitation (2023/2024). 78

Figure 28 : Proportion des différents comportements observés chez les goélands lors des suivis nautiques (petits transects) de la première année d'exploitation. Observations : en recherche active d'alimentaire (alimentation), posé sans signe d'alimentation (Posé), posé sur ou au pied des éoliennes (P. éolienne), en vol sans signe d'alimentation (Vol) , en vol et attiré par un navire (V. Attraction) ou posé mais avec un comportement de répulsion (P. Répulsion) par le bateau d'observation. Alimentation active au pied d'une éolienne (Alimentation éolienne). 80

Figure 29 : Mouette pygmée 83

Figure 30 : Mouette tridactyle 83

Figure 31 : Mouette mélanocéphale 83

Figure 32 : Mouette de Sabine 83

Figure 33 : Estimation de la densité en fonction de la distance au parc en exploitation pour la Mouette tridactyle en février, en utilisant la méthode After-Gradient avec une fonction de lissage représentée en bleue (intervalles de confiance à 95%) et noire (densité moyenne) et une fonction logistique représentée en jaune (intervalles de confiance à 95%) et rouge (densité moyenne). Sur l'axe des abscisses, des traits verticaux représentent les distances pour lesquelles il y a eu un effort d'échantillonnage sans observation de l'espèce (en vert) et avec présence de l'espèce (en turquoise). 86

Figure 34 : Effet (échelle log) de la distance au parc sur la densité des Mouettes tridactyles ajusté par une fonction de lissage sur les données de l'état de référence (courbe bleue -moyenne- et violette -IC95%) et sur les données de la première année d'exploitation (courbe noire -moyenne- et turquoise -CI95%-). 86

Figure 35 : IKA des mouettes tridactyles observées en vol en dehors des snapshots. 88

Figure 36 : Estimation de la densité en fonction de la distance au parc en exploitation pour toutes les Mouettes hors Mouette tridactyle en février, en utilisant la méthode After-Gradient avec une fonction de lissage représentée en bleue (intervalles de confiance à 95%) et noire (densité moyenne) et une fonction

Version pour RT

logistique représentée en jaune (intervalles de confiance à 95%) et rouge (densité moyenne). Sur l'axe des abscisses, des traits verticaux représentent les distances pour lesquelles il y a eu un effort d'échantillonnage sans observation de l'espèce (en vert) et avec présence de l'espèce (en turquoise). 94

Figure 37 : Effet (échelle log) de la distance au parc sur la densité pour toutes les Mouettes hors Mouettes tridactyles ajusté par une fonction de lissage sur les données de l'état de référence (courbe bleue -moyenne- et violette -IC95%) et sur les données de la première année d'exploitation (courbe noire -moyenne- et turquoise -CI95%-). 94

Figure 38 : Proportion des différents comportements observés chez les goélands lors des suivis nautiques (petits transects) de la première année d'exploitation. Observations d'oiseaux posé (P.), en vol (V.) sans signe d'alimentation, attiré(Attraction) ou repoussé (Répulsion) par le bateau d'observation. 95

Figure 39 : Guillemots de Troïl 99

Figure 40 : Pingouin torda 99

Figure 41 : Estimation de la densité en fonction de la distance au parc en exploitation pour les Alcidés en décembre, en utilisant la méthode After-Gradient avec une fonction de lissage représentée en bleue (intervalles de confiance à 95%) et noire (densité moyenne) et une fonction logistique représentée en jaune (intervalles de confiance à 95%) et rouge (densité moyenne). Sur l'axe des abscisses, des traits verticaux représentent les distances pour lesquelles il y a eu un effort d'échantillonnage sans observation de l'espèce (en vert) et avec présence de l'espèce (en turquoise). 107

Figure 42 : Effet (échelle log) de la distance au parc sur la densité des Alcidés ajusté par une fonction de lissage sur les données de l'état de référence (courbe bleue -moyenne- et violette -IC95%) et sur les données de la première année d'exploitation (courbe noire -moyenne- et turquoise -CI95%-). 108

Figure 43 : Proportion des différents comportements observés chez les alcidés lors des suivis nautiques (petits transects) de la première année d'exploitation. Observations d'oiseaux posés (P.), en vols (V.) sans signe d'alimentation, attiré(Attraction) ou repoussé (Répulsion) par le bateau d'observation. 109

Figure 44 : Océanite tempête 112

Figure 45 : Fou de Bassan 117

Figure 46 : Estimation de la densité en fonction de la distance au parc en exploitation pour le Fou de Bassan en février en utilisant la méthode After-Gradient avec une fonction de lissage représentée en bleue (intervalles de confiance à 95%) et noire (densité moyenne) et une fonction logistique représentée en jaune (intervalles de confiance à 95%) et rouge (densité moyenne). Sur l'axe des abscisses, des traits verticaux représentent les distances pour lesquelles il y a eu un effort d'échantillonnage sans observation de l'espèce (en vert) et avec présence de l'espèce (en turquoise). 119

Figure 47 : Effet (échelle log) de la distance au parc sur la densité du Fou de bassan ajusté par une fonction de lissage sur les données de l'état de référence (courbe bleue -moyenne- et violette -IC95%) et sur les données de la première année d'exploitation (courbe noire -moyenne- et turquoise -CI95%-). 120

Figure 48 : Proportion des différents comportements observés chez le Fou de Bassan lors des suivis nautiques (petits transects) de la première année d'exploitation. Observations : en recherche active d'alimentaire (alimentation), posé sans signe d'alimentation (Posé), en vol sans signe d'alimentation (Vol) , posé avec un comportement de répulsion (P. Répulsion) par le bateau d'observation. Alimentation active au pied d'une éolienne (Alimentation éolienne). 122

Figure 49 : Puffin des Baléares. 125

Figure 50 : Puffin fuligineux. 125

Figure 51 : Puffin des Anglais. 125

Figure 52 : Fulmar boréal. 125

Figure 53 : Macreuse noire 133

Figure 54 : Bernache cravant 133

Figure 55 : Grands Labbes 141

Figure 56 : Sterne pierregarin 146

Figure 57 : Estimation de la densité en fonction de la distance au parc en exploitation pour la Sterne caugek en avril en utilisant la méthode After-Gradient avec une fonction de lissage représentée en bleue (intervalles de confiance à 95%) et noire (densité moyenne) et une fonction logistique représentée en jaune (intervalles de confiance à 95%) et rouge (densité moyenne). Sur l'axe des abscisses, des traits verticaux

Version Post-RCT

représentent les distances pour lesquelles il y a eu un effort d'échantillonnage sans observation de l'espèce (en vert) et avec présence de l'espèce (en turquoise). 149

Figure 58 : Effet (échelle log) de la distance au parc sur la densité de la Sterne caugek ajusté par une fonction de lissage sur les données de l'état de référence (courbe bleue -moyenne- et violette -IC95%) et sur les données de la première année d'exploitation (courbe noire -moyenne- et turquoise -CI95%-). 149

Figure 59 : Grand Cormoran 154

Figure 60 : Cormoran huppé 154

Figure 61 : Plongeon catmarin 160

Figure 62 : Plongeon imbrin 160

Figure 63 : Description schématique du processus d'estimation de densités à partir des données issues de suivis nautiques et aériens. 174

Figure 64. Histogramme du nombre de détection par classe de distance et fonction de détection de type « taux de défaillance » pour le Guillemot de Troïl. La ligne en pointillée verticale souligne la portée efficace de détection (esw) associée à la courbe. 193

Figure 65 : Autres Alcidés – Phénologie – Grands transects – Première année d'exploitation (2023/2024). x : Mois sans effort. 195

Figure 66 : Autres Alcidés – Cartes des densités moyennes – Grands transects – Première année d'exploitation (2023/2024). 195

Figure 67 : Alcidés sp. – Cartes de distribution des observations – Petits transects – Etat de référence (2019/2020) 196

Figure 68 : Alcidés sp. – Histogramme des hauteurs de vol – Grands transects – Etat de référence (2019/2020). 196

Figure 69 : Alcidés sp. – Histogramme des hauteurs de vol – Petits transects – Etat de référence (2019/2020). 197

Figure 70 : Cormorans – Cartes de distribution des observations – Grands transects – Première année d'exploitation (2023/2024) 197

Liste des tableaux

Tableau 1. Synthèse des différentes étapes relatives au développement, à la mise en œuvre et à l'évolution des mesures MSU10. 9

Tableau 2. Extrait du tableau 124 (p.391) du fascicule B1 de l'étude d'impact environnemental synthétisant les effets et impacts potentiels de la phase d'exploitation du parc éolien sur l'avifaune. 10

Tableau 3. Extrait du tableau 122 et 123 (p. 385 et 389) du fascicule B1 de l'état initial environnemental synthétisant les effets et impacts potentiels de la phase d'exploitation du parc éolien sur l'environnement sur les mammifères marins. 11

Tableau 17. Calendrier des missions en mer pour la première année de la phase d'exploitation. 13

Tableau 18. Paramètres météorologiques collectés lors des expertises nautiques. 17

Tableau 19. Paramètres biologiques collectés lors des expertises nautiques. 17

Tableau 20. Synthèse des conditions d'expertise des suivis grands transects par avion. La vitesse du vent correspond à celle enregistrée à l'altitude de survol. L'état de la mer est indiqué selon la codification standard des états de mer. 18

Tableau 21. Synthèse des conditions d'expertise des suivis petits transects par bateau lors de la première année de la phase d'exploitation. 19

Tableau 22. Comparaison des protocoles d'expertise de l'avifaune et de la mégafaune entre les trois grandes phases du projet (état initial, état de référence et construction), sur la base d'une bande d'observation de 300 m de part et d'autre du transect. 20

Tableau 23. Synthèse du nombre d'expertises par mois et par phase de projet, pendant l'état initial (EI), l'état de référence (EDR), l'année de construction (C) et la première année de la phase d'exploitation (E1). Les couleurs sont spécifiques aux périodes biologiques définis dans le Tableau 25) 24

Tableau 24 : Nombres de suivis réalisés pour les petits et grands transects lors des différentes phases du projet 25

Version Post_RST

Tableau 25. Périodes du cycle biologique considérées dans les analyses, en se basant sur les activités biologiques de la majorité des oiseaux marins. 29

Tableau 26. Saisons biologiques considérées pour les mammifères marins. 42

Tableau 27. Effectifs cumulés des oiseaux, et leurs proportions (%) associées, par expertises aériennes digitales pendant la première année de la phase d'exploitation. 43

Tableau 28. Tableau de synthèse de la taille des groupes des observations collectées lors des suivis aériens digitaux de la première année de la phase d'exploitation. 51

Tableau 29. Taux d'identification moyen par sortie à l'espèce par famille, sous-famille ou sous-groupes des détections par avion digital lors de la première année de la phase d'exploitation et valeurs de référence calculées à partir des observations collectées sur l'ensemble des projets français. 53

Tableau 30. Effectifs cumulés des oiseaux, et leurs proportions (%) associées, par expertises nautiques visuelles pendant la première année de la phase d'exploitation. 54

Tableau 31. Synthèse du nombre total de goélands observés sur l'ensemble des transects (grands et petits) et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024). 63

Tableau 32. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland argenté selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). n = nombres de suivis par saison 65

Tableau 33. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland argenté selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 67

Tableau 34. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland brun selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 69

Tableau 35. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland brun selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 70

Tableau 36. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland marin selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 72

Tableau 37. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland marin selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 75

Tableau 38. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland cendré selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 76

Tableau 39. Proportion par espèce des goélands observés en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation. 78

Tableau 40. Proportion des goélands suiveurs de bateaux des suivis grands transects de la première année d'exploitation et lors de l'état de référence (2019-2020) 79

Tableau 41. Hauteurs de vol des goélands lors des suivis petits transects bateau - Etat de référence (2019/2020) et première année d'exploitation (2023/2024). 81

Tableau 42. Proportions d'individus de goélands observés en vol lors des suivis petits transects sous la zone de rotation des pales des éoliennes (< 32 m), entre parenthèses le nombre total d'individus observés pour lesquels une hauteur de vol a pu être estimée, ainsi que la moyenne et la standard déviation pour l'ensemble des espèces (lignes toutes espèces confondues). 81

Tableau 43. Synthèse du nombre total de mouettes observées sur l'ensemble des transects (grands et petits) et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024). 84

Tableau 44. Phénologies et cartes de distribution de la Mouette tridactyle selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 85

Tableau 45. Phénologies et cartes de distribution de la Mouette tridactyle selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 87

Tableau 46. Phénologies et cartes de distribution des mouettes côtières selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 89

Tableau 47. Phénologies et cartes de distribution des mouettes côtières selon les méthodes strip-transect et snapshot – petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024), en jaune les Mouettes mélanocéphales, en violet les Mouettes rieuses. 90

Version post-RST

Tableau 48. Phénologies et cartes de distribution des mouettes pélagiques selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 92

Tableau 49. Phénologies et cartes de distribution des mouettes pélagiques selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 93

Tableau 50. Proportion par espèce des mouettes observées en vol lors des suivis petits et grands transects. 95

Tableau 51. Proportions d'individus de mouettes observées en vol lors des suivis petits transects sous la zone de rotation des pales des éoliennes (< 32 m). Le nombre d'individus observés en vol est indiqué entre parenthèse. 96

Tableau 52. Hauteurs de vol de la Mouette tridactyle, des mouettes côtières et pélagiques lors des suivis petits transects bateau - Etat de référence (2019/2020) et première année d'exploitation (2023/2024). 96

Tableau 53. Synthèse du nombre total d'Alcidés observés sur l'ensemble des transects (grands et petits) et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024). 99

Tableau 54. Phénologies et cartes de densités moyennes du Guillemot de Troïl selon les méthodes distance-sampling (état de référence), strip-transect (exploitation) et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). Sur les phénologies, les densités d'oiseaux posés sont en marrons et les densités d'oiseaux en vols sont en bleus 100

Tableau 55. Phénologies et cartes de distribution du Guillemot de Troïl selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). Sur les phénologies, les densités d'oiseaux posés sont en marrons et les densités d'oiseaux en vols sont en bleus 103

Tableau 56. Phénologies et cartes de densités moyennes du Pingouin torda selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). Sur les phénologies, les densités d'oiseaux posés sont en marrons et les densités d'oiseaux en vols sont en bleus 104

Tableau 57. Phénologies et cartes de distribution du Pingouin torda selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). Sur les phénologies, les densités d'oiseaux posés sont en marrons et les densités d'oiseaux en vols sont en bleus 106

Tableau 58. Proportion par espèce des Alcidés observés en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation. 108

Tableau 59. Hauteurs de vol du Guillemot de Troïl et du Pingouin torda lors des suivis petits transects bateau - État de référence (2019/2020) et première année d'exploitation (2023/2024). 110

Tableau 60. Synthèse du nombre total d'Océanites tempêtes observés sur l'ensemble des transects (grands et petits) et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024). 112

Tableau 61. Phénologies et cartes de distribution de l'Océanite tempête selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 113

Tableau 62. Phénologies et cartes de distribution de l'Océanite tempête selon les méthodes strip-transect et snapshot– Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 114

Tableau 63. Proportion d'océanites observés en vol lors des suivis grands transects de la première année d'exploitation. 115

Tableau 64. Hauteurs de vol des océanites lors des suivis petits transects bateau - État de référence (2019/2020) et première année d'exploitation (2023/2024). 116

Tableau 65. Synthèse du nombre total de Fous de Bassan observés sur l'ensemble des transects (grands et petits) et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024). 117

Tableau 66. Tailles des groupes par saison des Fous de Bassan observés lors des suivis grands transects de la première année d'exploitation. 118

Tableau 67. Phénologies et cartes de densités moyennes pour le Fou de Bassan, selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024).118

Tableau 68. Phénologies et cartes de densités moyennes pour le Fou de Bassan selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 121

Version post-RST

Tableau 69. Proportion de Fous de Bassan observés en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation. 122

Tableau 70. Proportion d'individus de Fou de Bassan observés en vol lors des suivis petits transects sous la zone de rotation des pales des éoliennes (< 32 m). Le nombre d'individus observés en vol est indiqué entre parenthèses. 123

Tableau 71. Distribution des hauteurs de vol du Fou de Bassan observées pendant l'EDR et la première année d'exploitation. 123

Tableau 72. Synthèse du nombre total de Puffins des Baléares observés sur l'ensemble des transects (grands et petits), et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024). 126

Tableau 73. Nombres d'individus d'autres puffins observés sur l'ensemble des transects (grands et petits) lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024). 126

Tableau 74. Phénologies et cartes de densités moyennes du Puffin des Baléares selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 127

Tableau 75. Phénologies et cartes de densités moyennes du Puffin des Baléares selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 128

Tableau 76. Phénologie par IKA et distribution spatiale des autres Procellariidés observés pendant l'EDR (2019/2020), et phénologie et carte de densités moyennes pendant la première année d'exploitation (2023/2024) selon les méthodes strip-transect – Grands transects. 130

Tableau 77. Proportion de Procellariidés observée en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation. 131

Tableau 78. Distribution des hauteurs de vol du Puffin des Baléares pendant l'EDR et la première année d'exploitation. 132

Tableau 79. Nombre d'individus d'Anatidés observés par espèce lors des suivis grands et petits transects de l'état de référence (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 133

Tableau 80. Synthèse du nombre total d'observations de Macreuse noire sur l'ensemble des transects (grands et petits), et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024). 134

Tableau 81. Phénologies et cartes de densités moyennes de la Macreuse noire selon les méthodes strip transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation. 135

Tableau 82. Phénologies et cartes de densités moyennes des autres Anatidés selon les méthodes strip transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 136

Tableau 83 : Phénologies des IKA et cartes de densités moyennes des Anatidés (autres que la Macreuse noire) – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 137

Tableau 84. Proportion d'Anatidés observés en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation. 138

Tableau 85. Distribution des hauteurs de vols d'Anatidés par espèce pendant l'EDR et la première année d'exploitation. 139

Tableau 86. Proportions d'individus de Macreuse noire et Bernache cravant observés en vol lors des suivis petits transects sous la zone de rotation des pales des éoliennes (< 32 m). Le nombre d'individus observés en vol est indiqué entre parenthèse. 139

Tableau 87. Synthèse du nombre total de Stercorariidés observés sur l'ensemble des transects (grands et petits), et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024). 141

Tableau 88. Phénologies et cartes de distribution des Labbes selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 142

Tableau 89. Phénologies et cartes de densités moyennes des Labbes selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). Le Grand labbe est représenté en jaune, le Labbe parasite en turquoise et les labbes indéterminés en orange. 143

Tableau 90. Proportions d'individus de labbes observés en vol sous la zone de rotation des pales des éoliennes (< 32 m). Le nombre d'individus observés en vol est indiqué entre parenthèse. 144

Tableau 91. Distribution des hauteurs de vols des labbes par espèce pendant l'EDR et la première année d'exploitation. 144

Version post PST

Tableau 92. Phénologies et cartes de distribution pour les sternes selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 147

Tableau 93. Phénologies et cartes de distribution des sternes selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024) avec l'addition de l'IKA. 150

Tableau 94. Proportion de Sternidés observée en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation. 151

Tableau 95. Proportions d'individus de sternes observés en vol lors des petits transects sous la zone de rotation des pales (< 32 m). Le nombre d'individus observés en vol est indiqué entre parenthèse. 152

Tableau 96. Distribution des hauteurs de vols des sternes par espèce pendant l'EDR et la première année d'exploitation. 152

Tableau 97. Synthèse du nombre total d'observations de cormorans sur l'ensemble des transects (grands et petits), et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024). 154

Tableau 98. Phénologies et cartes de distribution pour les cormorans selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 155

Tableau 99. Phénologies et cartes de distribution des cormorans selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). Les Grands Cormorans sont représentés en violet, les Cormorans huppés en jaune et les cormorans indéterminés en orange. 157

Tableau 100. Proportion de cormorans observés en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation. 158

Tableau 101. Proportions d'individus de cormorans observés en vol lors des petits transects sous la zone de rotation des pales (< 32 m). Le nombre d'individus observés en vol est indiqué entre parenthèse. 159

Tableau 102. Distribution des hauteurs de vol des cormorans par espèce pendant l'EDR et la première année d'exploitation. 159

Tableau 103. Synthèse du nombre total d'observations des plongeons sur l'ensemble des transects (grands et petits), et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors de l'état de référence (2019/2020) et de la première année d'exploitation (2023/2024). 160

Tableau 104. Phénologies et cartes de distribution des plongeons selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 161

Tableau 105. Phénologies et cartes de distribution des plongeons selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 162

Tableau 106. Proportion de plongeons observés en vol lors des suivis grands et petits transects de la première année d'exploitation. 163

Tableau 107. Proportions d'individus de plongeons observés en vol sous la zone de rotation des pales des éoliennes (< 32 m). Le nombre d'individus observés en vol est indiqué entre parenthèse. 163

Tableau 108. Distribution des hauteurs de vols des plongeons par espèce pendant l'EDR et la première année d'exploitation. 164

Tableau 109. Nombre d'observations et effectifs cumulés des mammifères marins observés lors des expertises aériennes digitales de la première année d'exploitation (2023/2024). 166

Tableau 110. Effectifs (Eff) et nombre d'observations (Obs.) des mammifères marins observés lors des 4 sessions petits transects de la première année d'exploitation. 166

Tableau 111. Tableau de comparaison des effectifs et observations de mammifères marins entre l'état de référence (EDR) et la première année d'exploitation – Grands transects. 167

Tableau 112. Phénologies et cartes des observations des mammifères marins selon la méthode strip-transect – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). 168

Tableau 113. Tableau de comparaison des effectifs et observations de mammifères marins entre l'état de référence (EDR) et la première année d'exploitation - Petits transects. 169

Tableau 114. Phénologies et cartes de densités moyennes des mammifères marins selon les méthodes distance-sampling (état de référence), strip-transect (exploitation) et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et la première année d'exploitation (2023/2024). Le Marsouin commun est en turquoise, le Dauphin commun en marron, le Grand dauphin en vert et le dauphin indéterminé en jaune. 170

Version post-RST

Tableau 115. Comparaison des protocoles d'expertise de l'avifaune et de la mégafaune entre deux grandes phases du projet (état de référence et exploitation), sur la base d'une bande d'observation de 300 m de part et d'autre du transect. 173

Tableau 116. Synthèse des principales données d'état de référence et suivis en phase de construction concernant les principales espèces d'oiseaux rencontrées localement. Cette synthèse compile les principales informations issues des expertises de 2019/2020 et 2023/2026 pour les principales espèces à enjeux. Des informations sont fournies pour les activités notées sur l'aire d'étude immédiate (AEI) et l'aire d'étude élargie (AEE). 175

Tableau 117. Synthèse des principales données d'état de référence et suivis en phase d'exploitation concernant les principales espèces de mammifères marins rencontrées localement. Cette synthèse compile les principales informations issues des expertises 2019/2020 et 2023/2026. Des informations sont fournies pour les activités notées sur l'aire d'étude immédiate (AEI) et l'aire d'étude élargie (AEE). 177

Version post_RST

Bibliographie

Adams, J., Kelsey, E.C., Felis, J.J., Pereksta, D.M., 2017. Collision and displacement vulnerability among marine birds of the California Current System associated with offshore wind energy infrastructure. (No. U.S. Geological Survey Open-File Report 2016-1154), Open-File Report.

Allen, S., Banks, A.N., Caldow, R.W.G., Frayling, T., Kershaw, M., Rowell, H., 2020. Chapter 29 - Developments in understanding of red-throated diver responses to offshore wind farms in marine Special Protection Areas, in: Humphreys, J., Clark, R.W.E. (Eds.), Marine Protected Areas. Elsevier, pp. 573–586. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102698-4.00029-0

APEM, 2016. Assessment of displacement impacts of offshore windfarms and other human activities on red-throated divers and alcids. (Natural England Commissioned Reports No. 227).

Bradbury, G., Trinder, M., Furness, B., Banks, A.N., Caldow, R.W.G., Hume, D., 2014. Mapping Seabird Sensitivity to Offshore Wind Farms. PLOS ONE 9, e106366. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106366

Cadiou, B., Yesou, P., 2006. Évolution des populations de Goélands bruns, argentés et marins Larus fuscus, L. argentatus, L. marinus dans l'archipel de Molène (Bretagne, France): bilan de 50 ans de suivi des colonies.

Castege, I., Hemery, G., 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées, Collection Parthénope. ed. Museum d'Histoire naturelle, Biotope, Mèze, Paris.

Christensen, T.K., Hounisen, J.P., Clausader, I., Petersen, I.K., 2004. Visual and radar observations of birds in relation to collision risk at the Horns Rev offshore wind farm. Annual status report 2003.

Coédition LPO, Biotpope et MNHN, 2022. Atlas des oiseaux migrateurs de France. Biotope éditions, Mèze.

Cook, A.S.C.P., Johnston, A., Wright, L.J., Burton, N.H.K., 2012. A review of flight heights and avoidance rates of birds in relation to offshore wind farms. (No. BTO Research Report Number 618).

Dierschke, V., Furness, R.W., Gray, C.E., Petersen, I.K., Schmutz, J., Zydelis, R., Daunt, F., 2017. Possible Behavioural, Energetic and Demographic Effects of Displacement of Red-throated Divers.

Driessen, J., 2013. Inch Cape offshore wind farm appendix 15A : offshore ornothology technical report.

English, P.A., Mason, T.I., Backstrom, J.T., Tibbles, B.J., Mackay, A.A., Smith, M.J., Mitchell, T., 2017. Improving Efficiencies of National Environmental Policy Act Documentation for Offshore Wind Facilities Case Studies Report. US Dept. of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Office of Renewable Energy Programs, Sterling. OCS Study BOEM 2017-026.

Everaert, J., Stienen, E.W.M., 2007. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium): Significant effect on breeding tern colony due to collisions. Biodivers. Conserv. 16, 3345–3359. https://doi.org/10.1007/s10531-006-9082-1

Fortin, M., Callard, B., Latraube, F., Ouvrard, E., Leicher, M., 2014. Diagnostic environnemental 2013-2014 pour le groupe avifaune et évaluation du risque d'impact dans le cadre du projet de parc éolien en mer de Saint- Nazaire : Rapport final. Bretagne Vivante – SEPNB, LPO Loire-Atlantique, LPO Vendée. 445.

Fox, A.D., Petersen, I.K., 2019. Offshore wind farms and their effects on birds 17.

Furness, B., Trinder, D.M., 2016. Qualifying impact assessments for selected seabird populations: A review of recent literature and understanding.

Furness, R.W., Wade, H.M., Masden, E.A., 2013. Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms. J. Environ. Manage. 119, 56–66. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.01.025

Genesis, 2012. Aberdeen wind farm ornithological baseline and impact assessment addendum.

Gill, J., Sales, D., Pinder, S., Salazar, R., 2008. Kentish Flats Wind Farm Fifth Ornithological Monitoring Report.

GISOM, 2023. Recensement national des oiseaux marins nicheurs en France hexagonale. Enquête 2020-2022. Résultats des suivis.

GISOM, 2020. Recensement national des oiseaux marins nicheurs en France hexagonale. Enquête 2020-2022. Présentation générale et méthodologie. GROUPEMENT D'INTÉRÊT SCIENTIFIQUE OISEAUX MARINS.

Hartman, J., Krijgsveld, K., Poot, M., Fijn, R., Leopold, M., Dirksen, S., 2012. Effects on birds of Offshore Wind farm Egmond aan Zee (OWEZ). An overview and integration of insights obtained. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21732.27525

Harwood, A.J.P., Perrow, M.R., Berridge, R.J., Tomlinson, M.L., Skeate, E.R., 2017. Unforeseen Responses of a Breeding Seabird to the Construction of an Offshore Wind Farm, in: Köppel, J. (Ed.), Wind Energy and Wildlife Interactions. Springer International Publishing, Cham, pp. 19–41. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51272-3_2

Heinänen, S., Skov, H., 2018. Offshore Wind Farm Eneco Luchterduinen Ecological Monitoring of Seabirds T3 (Final) Report. DHI.

Version Post_RSI

Heinanen, S., Zydelis, R., Kleinschmidt, B., Dorsch, M., Burger, C., Morkunas, J., Quillfeldt, P., Nehls, G., 2020. Satellite telemetry and digital aerial surveys show strong displacement of red-throated divers (Gavia stellata) from offshore wind farms. Mar. Environ. Res. 160.

Humphreys, E.M., Cook, A.S.C.P., Burton, N.H.K., 2015. Collision, Displacement and Barrier Effect Concept Note.

Humphries, G.R.W., Fail, T., Watson, M., Houghton, W., Peters-Grundy, R., Scott, M., Thomson, R., Keogan, K., Webb, A., 2023. Aerial photogrammetry of seabirds from digital aerial video images using relative change in size to estimate flight height. Mar. Biol. 170, 18. https://doi.org/10.1007/s00227-022-04161-5

Johnston, A., Cook, A.S.C.P., Wright, L.J., Humphreys, E.M., Burton, N.H.K., 2014. Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines.

Krijgsveld, K.L., Fijn, R.C., Japink, M., van Horssen, P.W., Heunks, C., Collier, M.P., Poot, M.J.M., Beuker, D., Dirksen, S., 2011. Effect studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee. Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds.

Krüger, T., Garthe, S., 2001. Flight altitudes of coastal birds in relation to wind direction and speed. Atl. Seab. 3, 203–216.

Langston, R.H.W., 2010. Offshore wind farms and birds: round 3 zones, extensions to round1 & round 2 sites & Scottish territorial waters. RSPB.

Leopold, M., Dijkman, E., Teal, L., 2011. Local birds in and around the Offshore Wind Farm Egmond aan Zee (OWEZ). J. Photochem. Photobiol. B-Biol. - J PHOTOCHEM PHOTOBIOL B-BIOL.

Leopold, M.F., Verdaat, H.J.P., 2018. Pilot field study: observations from a fixed platform on occurrence and behaviour of common guillemots and other seabirds in offshore wind farm Luchterduinen. Wageningen Marine Research, IJmuiden. https://doi.org/10.18174/460411

Lindeboom, H., Kouwenhoven, H., Bergman, M., Bouma, S., Brasseur, S., Daan, R., Fijn, R., de Haan, D., Dirksen, S., Hal, R., Hille, R., Hille Ris Lambers, R., ter Hofstede, R., Krijgsveld, K., Leopold, M., Scheidat, M., 2011. Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a compilation. Env. Res Lett 1341, 35101–13. https://doi.org/10.1088/1748-9326/6/3/035101

Lüdeke, J., 2015. Review of 10 Years of Research of Offshore Wind Farms in Germany: The State of Knowledge of Ecological Impacts.

MacArthur Green, Royal HaskoningDHV, 2020. East Anglia ONE North and East Anglia TWO Offshore Windfarms. Displacement of red-throated divers in the Outer Thames Estuary SPA.

Mendel, B., Kotzerka, J., Sommerfeld, J., Schwemmer, H., Sonntag, N., Garthe, S., 2014. Effects of the alpha ventus offshore test site on distribution patterns, behaviour and flight heights of seabirds. https://doi.org/10.1007/978-3-658-02462-8_11

Mendel, B., Schwemmer, P., Peschko, V., Müller, S., Schwemmer, H., Mercker, M., Garthe, S., 2019. Operational offshore wind farms and associated ship traffic cause profound changes in distribution patterns of Loons (Gavia spp.). J. Environ. Manage. 231, 429–438. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.053

Moray Offshore Renewables Ltd, 2012. Telford, Stevenson, MacColl Wind Farms and associated Transmission Infrastructure Environmental Statement. Technical Appendix 4.5 A - Ornithology Baseline and Impact Assessment.

Nass&Wind Offshore, Créocéan, 2015. Parc éolien en mer de Saint-Nazaire. Étude d'impact environnemental. Fascicule B1.

Paton, D.C., 2010. Bird Risk Assessment Model for Airports and Aerodromes.

Percival, S., 2014. Kentish Flats Offshore Wind Farm: Diver Surveys 2012-13.

Perrow, M.R., Gilroy, J.J., Mackenzie, A., Skeate, E.R., 2010. Advances in impact assessment of offshore wind farms upon seabirds: insights from studies of terns (Sterna and Sternula spp.) 4.

Peschko, V., Mendel, B., Mercker, M., Dierschke, J., Garthe, S., 2020a. Northern gannets (Morus bassanus) are strongly affected by operating offshore wind farms during the breeding season. J. Environ. Manage. 279, 111509. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111509

Peschko, V., Mercker, M., Garthe, S., 2020b. Telemetry reveals strong effects of offshore wind farms on behaviour and habitat use of common guillemots (Uria aalge) during the breeding season. Mar. Biol. 167, 118. https://doi.org/10.1007/s00227-020-03735-5

Petersen, I.K., Fox, A.D., 2007. Changes in bird habitat utilisation around the Horns Rev 1 offshore wind farm, with particular emphasis on Common Scoter.

Petersen, I.K., Kj, T., Kahlert, J., Desholm, M., Fox, A.D., 2006. Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark.

Pettex, E., Charlotte, L., Laran, S., Ricart, A., Virgili, A., Falchetto, H., Authier, M., Monestiez, P., Van Canneyt, O., Dorémus, G., Blanck, A., Toison, V., Ridoux, V., 2014. Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine - Rapport final. https://doi.org/10.13140/2.1.2698.5287

Pollock, C.J., Lane, J.V., Buckingham, L., Garthe, S., Jeavons, R., Furness, R.W., Hamer, K.C., 2021. Risks to different populations and age classes of gannets from impacts of offshore wind farms in the southern North Sea. Mar. Environ. Res. 171, 105457. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2021.105457

Version post_RST

Robinson Willmott, J., Forcey, G., Kent, A., 2013. The Relative Vulnerability of Migratory Bird Species to Offshore Wind Energy Projects on the Atlantic Outer Continental Shelf: An Assessment Method and Database.

RSK Environmental Ltd., 2012. Rampion offshore wind farm: ES section 11 – Marine Ornithology.

Skov, H., Heinänen, S., Norman, T., Ward, R.M., Mendez-Roldan, S., Ellis, I., 2018. ORJIP Bird Collision and Avoidance Study. Final report – April 2018. The Carbon Trust., The United Kingdom.

Skov, H., Mortensen, L.O., Tuhuteru, N., 2020. Development of offshore wind farms at Hesselø and Ringkøbing (Thor). Assessment of the sensitivity of sites in relation to birds. DHI.

Stenhouse, I., Berlin, A., Gilbert, A., Goodale, M., Gray, C., Montevecchi, W., Savoy, L., Spiegel, C., 2020. Assessing the exposure of three diving bird species to offshore wind areas on the U.S. Atlantic Outer Continental Shelf using satellite telemetry. Divers. Distrib. 26, 1–12. https://doi.org/10.1111/ddi.13168

Thaxter, C.B., Lascelles, B., Sugar, K., Cook, A.S.C.P., Roos, S., Bolton, M., Langston, R.H.W., Burton, N.H.K., 2012. Seabird foraging ranges as a preliminary tool for identifying candidate Marine Protected Areas. Biol. Conserv. 156, 53–61. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.12.009

Tremlett, C.J., Morley, T., Wilson, L.J., 2024. UK seabird colony counts in 2023 following the 2021/22 outbreak of Highly Pathogenic Avian Influenza. (Research Report No. 76). RSPB Centre for Conservation Science, Bedfordshire.

van Kooten, T., Soudijn, F., Tulp, I., Chen, C., Benden, D., Leopold, M., 2019. The consequences of seabird habitat loss from offshore wind turbines, version 2 : Displacement and population level effects in 5 selected species. Wageningen Marine Research, IJmuiden. https://doi.org/10.18174/496173

Vanermen, N., Courtens, W., Van de walle, M., Verstraete, H., Stienen, E., 2019. Chapter 8 : SEABIRD MONITORING AT THE THORNTON BANK OFFSHORE WIND FARM. FINAL DISPLACEMENT RESULTS AFTER 6 YEARS OF POST-CONSTRUCTION MONITORING AND AN EXPLORATIVE BAYESIAN ANALYSIS OF COMMON GUILLEMOT DISPLACEMENT USING INLA 32.

Vanermen, N., Courtens, W., Van de walle, M., Verstraete, H., Stienen, E., 2017. Seabird monitoring at the Thorntonbank offshore wind farm. Updated seabird displacement results & an explorative assessment of large gull behavior inside the wind farm area. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. https://doi.org/10.21436/inbor.13185344

Vanermen, N., Onkelinx, T., Courtens, W., Van de walle, M., Verstraete, H., Stienen, E.W.M., 2015a. Seabird avoidance and attraction at an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. Hydrobiologia 756, 51–61. https://doi.org/10.1007/s10750-014-2088-x

Vanermen, N., Onkelinx, T., Verschelde, P., Courtens, W., Van de walle, M., Verstraete, H., Stienen, E.W.M., 2015b. Assessing seabird displacement at offshore wind farms: power ranges of a monitoring and data handling protocol. Hydrobiologia 756, 155–167. https://doi.org/10.1007/s10750-014-2156-2

Vanermen, N., Stienen, E., 2009. Seabirds & Offshore Wind Farms: Monitoring results 2008. In: Degraer, S., Brabant, R. (Eds.), Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: State of the art after two years of environmental monitoring: 151-221.

Vanermen, N., Stienen, E.W.M., Courtens, W., Onkelinx, T., Van, M., 2013. Bird monitoring at offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea - Assessing seabird displacement effect. 136.

Virgili, A., Laran, S., Authier, M., Doremus, G., Canneyt, O.V., Spitz, J., 2020. Prospective modelling of operational offshore windfarms on the distribution of marine megafauna in the southern North Sea 36.

Wade, H.M., 2015. Investigating the potential effects of marine renewable energy developments on seabirds.

Wade, H.M., Masden, E.A., Jackson, A.C., Thaxter, C.B., Burton, N.H.K., Bouten, W., Furness, R.W., 2014. Great skua (Stercorarius skua) movements at sea in relation to marine renewable energy developments. Mar. Environ. Res. 101, 69–80. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.09.003

Walls, R., Canning, S.J., Lye, G., Givens, L., Garret, C., Lancaster, J., 2013. Analysis of Marine environmental Monitoring Plan Data From the Robin Rigg Offshore Wind Farm, Scotland (Operational Year 1).

Welcker, J., Nehls, G., 2016. Displacement of seabirds by an offshore wind farm in the North Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 554, 173–182. https://doi.org/10.3354/meps11812

Žydelis, R., Dorsch, M., Heinänen, S., Nehls, G., Weiss, F., 2019. Comparison of digital video surveys with visual aerial surveys for bird monitoring at sea. J. Ornithol. 160, 567–580. https://doi.org/10.1007/s10336-018-1622-4

Bachl, Fabian E., Finn Lindgren, David L. Borchers, et Janine B. Illian. 2019. « inlabru: an R package for Bayesian spatial modelling from ecological survey data ». *Methods in Ecology and Evolution* 10 (6): 760-66.

Coates, Delphine A, Yana Deschutter, Magda Vincx, et Jan Vanaverbeke. 2014. « Enrichment and shifts in macrobenthic assemblages in an offshore wind farm area in the Belgian part of the North Sea ». *Marine environmental research* 95: 1-12.

Griffin, Ross A, Gary J Robinson, Ashley West, Ian T Gloyne-Phillips, et Richard KF Unsworth. 2016. « Assessing fish and motile fauna around offshore windfarms using stereo baited video ». *PLoS One* 11 (3): e0149701.

Lindgren, Finn, et Håvard Rue. 2015. « Bayesian spatial modelling with R-INLA ». *Journal of Statistical Software* 63 (19).

Lu, Zhiqiang, Xiaofang Zhan, Yuqing Guo, et Li Ma. 2020. « Small-scale effects of offshore wind-turbine foundations on macrobenthic assemblages in Pinghai Bay, China ». *Journal of Coastal Research* 36 (1): 139-47.

Version post-RST

Petersen, IK, et AD Fox. 2008. « Changes in bird habitat utilisation around the Horns Rev 1 offshore wind farm, with particular emphasis on Common Scoter National Environmental Research Institute ».

Rue, Håvard, Andrea Riebler, Sigrunn H Sørbye, Janine B Illian, Daniel P Simpson, et Finn K Lindgren. 2017. « Bayesian computing with INLA: a review ». *Annual Review of Statistics and Its Application* 4 (1): 395-421.

Vanermen, Nicolas, Wendt Courtens, Rudi Daelemans, Luc Lens, Wendt Müller, Maarten Van de Walle, et Eric W. Stienen. 2020. « Attracted to the outside: a meso-scale response pattern of lesser black-backed gulls at an offshore wind farm revealed by GPS telemetry ». *ICES Journal of Marine Science* 77 (2): 701-10.

Vanermen, Nicolas, Wouter Courtens, Robin Daelemans, Luc Lens, Wendt Müller, Marc Van de Walle, Hilbran Verstraete, et Eric WM Stienen. 2020. « Attracted to the outside: a meso-scale response pattern of lesser black-backed gulls at an offshore wind farm revealed by GPS telemetry ». *ICES Journal of Marine Science* 77 (2): 701-10.

Welcker, Julian, et Georg Nehls. 2016. « Displacement of seabirds by an offshore wind farm in the North Sea ». *Marine Ecology Progress Series* 554: 173-82.

Wilhelmsson, Dan, et Torleif Malm. 2008. « Fouling assemblages on offshore wind power plants and adjacent substrata ». *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 79 (3): 459-66.

Version post_RST

8 Annexes

Annexe I : Description formelle du modèle d'After-Gradient

Deux types de modèle ont été réalisés :

- Dans le premier, On considère que le nombre d'oiseaux observé N suit une loi de Poisson de paramètre λ (moyenne et variance): $N(s,t) \sim Pois(\lambda(s,t))$.
- Dans le deuxième type de modèle, on considère que le nombre d'oiseaux observé N suit une loi négative binomiale de paramètre λ (moyenne) et θ (dispersion): $N(s,t) \sim NegBinom(\lambda(s,t),\theta)$.

où s représente un lieu ponctuel (ici le centroïde de l'unité d'échantillonnage considérée), t représente un instant et $N(s,t)$ représente l'abondance totale au sein de l'unité d'échantillonnage considérée à l'instant t.

La loi négative binomiale permet de relâcher la contrainte liant la moyenne et la variance qui est caractéristique de la loi de Poisson et ainsi de mieux décrire des distributions sur-dispersées (dont la variance est supérieure à la moyenne) lorsque cela est nécessaire.

Un processus de sélection de modèle utilisant le critère WAIC a été réalisé et soumis à l'appréciation du statisticien.

Le type de modèle sélectionné varie selon les espèces.

Pour ces deux types de modèle, le paramètre λ représente l'espérance du nombre d'oiseaux observé. Puisque λ doit être un nombre positif, nous utiliserons la fonction logarithme comme lien entre λ et le prédicteur linéaire qui nous permet de modéliser l'effet des différentes variables sur λ.

$$ln(\lambda(s,t)) = ln(E(s,t)) + \alpha + \beta_m X_m + f(X_s)$$

- $E(s,t)$ est la surface prospectée (en km²) dans l'unité d'échantillonnage s à l'instant t. Il s'agit de l'offset du modèle permettant de prendre en compte l'effort d'échantillonnage.
- α est l'intercept général du modèle.
- β_m sont des coefficients qui représentent l'effet des mois et permet de prendre en compte la phénologie intra-annuelle des espèces.
- X_m représente la variable explicative *mois*.
- $f(X_s)$ représente la fonction permettant de modéliser l'effet de la distance de l'unité d'échantillonnage X_s à la périphérie du parc.

Deux fonctions ont été utilisées pour modéliser la relation entre la distance au parc et l'abondance des oiseaux :

- une combinaison linéaire de B-splines du second ordre afin d'ajuster une fonction de lissage non-linéaire et peu contrainte dans la forme qu'elle peut adopter
- une fonction logistique à 3 paramètres:

$$f(X_s, K, log(\delta), log(\sigma)) = K * \left(1 - \left(\frac{1}{1 + e^{\frac{-(X_s-\delta)}{\sigma}}}\right)\right)$$

Cette fonction représente plusieurs avantages.

- Elle utilise moins de paramètres qu'une fonction de lissage.

Version post_RST

- Les 3 paramètres qui la définissent ont une interprétation assez intuitive.
- K représente l'effet du parc sur l'abondance dans l'échelle de la fonction de lien pour une distance au parc infiniment petite. La distance du centroïde du parc à sa périphérie étant de -2 km, il ne s'agit pas d'une valeur infiniment petite. Pour cette raison, les autres paramètres sont importants pour calculer l'intensité de l'impact mais K est le paramètre qui s'en approche le plus.
- δ représente la valeur sur l'axe des ordonnées à laquelle se situe le point d'inflexion de la courbe logistique. Ce paramètre représente donc la distance du parc qu'il faut atteindre pour que l'abondance ait recouvert (ou diminué en fonction du sens de l'effet) 50% de sa valeur. Pour un même σ, plus δ est fort, plus la portée sera forte.
- σ représente la pente au point d'inflexion, donc la rapidité "spatial" avec laquelle l'espèce recouvre son niveau d'abondance que le modèle estime être celle en l'absence du parc. Pour un même δ, plus σ est faible, plus la portée sera forte.

- Elle permet de modéliser la forme logistique que l'on suppose observer dans le cadre d'une analyse After-Gradient. En particulier, elle intègre la contrainte que les impacts sont inexistants aux plus fortes distances du parc

Cependant, elle comporte également des limites et des risques :

- Elle impose une contrainte forte sur les estimations.
- La spécification des priors pour les trois paramètres peut orienter les résultats.
- lorsque l'hypothèse d'une absence d'effet à forte distance n'est pas validée, l'estimation de la portée de l'impact et de l'intensité de l'impact est potentiellement sous-estimée.

Les modèles sont ajustés avec INLA (Lindgren et Rue 2015; Rue et al. 2017) et inlabru (Bachl et al. 2019).

Annexe II : Détail analyse statistique

II.1 *Distance Sampling* :

Le distance sampling est à la fois un protocole de terrain et une méthodologie d'analyse statistique des données. Le distance sampling a été développé dans les années 80 et 90 afin d'estimer la probabilité de détection (et par conséquent la densité absolue) et constitue une méthode standard depuis.

Si le plan d'échantillonnage est conçu de façon orthodoxe, selon le principe de l'échantillonnage simple ou systématique, la distance orthogonale des animaux vis-à-vis des transects peut être supposée uniforme. Si, de plus, le transect est surveillé attentivement sur le terrain de façon à assurer une probabilité de détection de 100% sur cette ligne et que les individus sont repérés à leur position initiale (avant de fuir ou d'être attirés par l'observateur) alors la distance des observations par rapport à la ligne de transect permet d'estimer la probabilité de détection.

Cela consiste à modéliser la « fonction de détection » qui décrit selon la distance la probabilité de détection d'un groupe[3]. Par définition, celle-ci vaut 1 à la distance 0 (détection parfaite sur la ligne de transect) puis elle décroit plus ou moins rapidement avec la distance en vertu de paramètres que l'on estime statistiquement. Il est possible de modéliser l'effet de différentes variables sur la détection en introduisant des paramètres supplémentaires. Dans le cadre cette étude, nous n'avons modéliser

[3] *Noter que l'unité d'échantillonnage est bien le groupe et non pas les individus.*

Version post-RSF

l'effet d'aucune variable. Nous avons conditionné les jours de suivis en mer les jours ou le niveau de vent et de houle était favorable à une bonne ou très bonne détection des oiseaux.

La fonction de détection modélisée est toujours une simplification de la réalité, l'histoire du *distance sampling* montre que les fonctions de détection de type « demi-normale » (**half-normal**) et « taux de défaillance » (**hazard rate**) sont généralement bien adaptées aux données collectées lors de suivi en mer par bateau, et constituent à ce titre les fonctions de détection les plus usuelles. Ces deux types de fonctions, plus une fonction de type « uniforme » ont été ajustées aux données avec le package R "Distance". La fonction de détection ayant le **moindre AIC** (outil statistique qui permet d'identifier le meilleur compromis entre nombre de paramètre et qualité d'ajustement) a été retenue.

L'application de la méthode distance sampling suppose que les distances sont mesurées de façon exacte. Lors de l'état de référence, les distances estimées sur le terrain avaient une précision limitée et étaient caractérisées par la sur-représentation de certaines valeurs arrondies telles que 10, 50, 100 etc. qui ont tendance à être favorisées lors de la lecture de graduations ou au cours de la saisie des données. Lors des suivis pendant l'année de construction, les observateurs ont pu utiliser une tablette sur laquelle ils pointent sur un écran gradué la distance et la position de l'oiseau par rapport au bateau. Le résultat est une distribution plus continue des distances relevées et ainsi une meilleure estimation des fonctions de détections. Afin de ne pas intégrer dans les calculs des distances extrêmes qui peuvent résulter d'erreur ou d'anormalité, il est recommandé (Buckland et al 2007) de ne considérer que les observations avec distance inferieur à une **distance de troncature contenant 95%** des données observés.

Comme dans toute analyse statistique la fiabilité des estimations augmente avec la quantité des données disponibles et il est aussi recommandé d'utiliser la technique de distance sampling avec un minimum de 60 observations sur l'ensemble du suivi pour une espèce. Pour les espèces ayant moins d'observation c'est la technique du strip-transect qui est utilisée.

La probabilité de détecter un oiseau posé ou en vol n'est pas là même, ainsi cette méthode n'a été utilisée que pour les oiseaux posés. Les oiseaux en vol hors protocole snapshot ne sont pas intégré dans le calcul des densités.

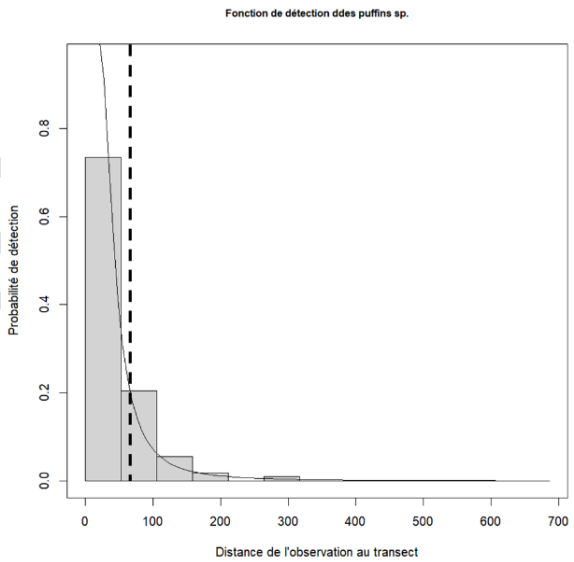


Figure 63. Histogramme du nombre de détection par classe de distance et fonction de détection de type « taux de défaillance » pour le Guillemot de Troïl. La ligne en pointillée verticale souligne la portée efficace de détection (esw) associée à la courbe.

Version post-test

Une fois la fonction de détection estimée, la probabilité de détection correspond à l'intégrale de la fonction de détection entre 0 et la distance de troncature divisée par la distance de troncature. On peut résumer cette information sur l'efficacité du processus de détection de façon équivalente en utilisant la notion de « portée efficace de détection »[4] (*Efficient Strip Width*, ESW). Cette dernière est simplement l'intégrale de la fonction de détection entre 0 et la distance de troncature (dans l'exemple ci-dessus (Figure 63), la portée efficace de détection est de 54 m).

II.2 Strip-transect

Le *strip-transect* est une méthode d'estimation de densité et d'abondance utilisée quand il n'est pas possible d'utiliser la méthode de distance sampling. Cette méthode considère que les observateurs ont la même probabilité de détecter un animal jusqu'à une distance définie. Cette probabilité étant de 1. Ainsi tout animal présent dans une band de 300m de part et d'autre de la ligne de transect a été intégrer dans les estimations de densités.

II.3 Snapshot

Le *snapshot* est une méthode d'analyse mise en place afin d'estimer la densité d'oiseau en vol. Cette méthode permet de compter un nombre instantané d'oiseaux, « fixant » les individus dans le temps et dans l'espace. Cette méthode a été conçu pour compenser la vitesse lente du bateau par rapport à la vitesse de l'oiseau. Ainsi il est possible de calculer la densité absolue d'oiseau en vol. Si on considérait tous les oiseaux en vols comme on le fait pour les oiseaux posés, c'est-à-dire comme des individus « statiques », alors c'est une mesure relative du flux qui serait mesuré et corrélé à une densité, qui sera surestimée, et non une mesure de densité absolue. Lors des suivis digitaux, ce biais n'existe plus, car l'avion va plus vite que les oiseaux en vol, il n'y a plus de notion de flux.

Au cours d'une procédure *snapshot*, l'ensemble des oiseaux en vol à un instant t (le plus instantané possible) est noté dans un rayon défini autour de l'observateur (ici, 300 mètres autour de l'observateur dans toutes les directions) et à pas de temps régulier (ici, tous les 300 m).

Ce qui permet d'avoir une image "statique" des oiseaux en vol et de supprimer l'effet de cumul des flux évoqué plus haut.

II.4 IKA

L'Indice Kilométrique d'Abondance (IKA)est une mesure relative d'abondance qui ramène le nombre d'observation aux nombres de kilomètre parcourir sans tenir compte des biais de détection dû à la distance entre la cible et l'observateur. Cette mesure est utilisée lorsqu'il n'est pas possible d'estimer une abondance sans corriger ces biais.

Version post-RST

[4] *Il s'agit de la distance pour laquelle le nombre d'observation avec une détection de 100% serait identique au nombre de détection effectivement observé avec des distances comprises entre 0 et la distance de troncature.*

Annexe III : Cartes et figures complémentaires

III.1 Autres Alcidés

III.1.1 Suivis grands transects première année d'exploitation

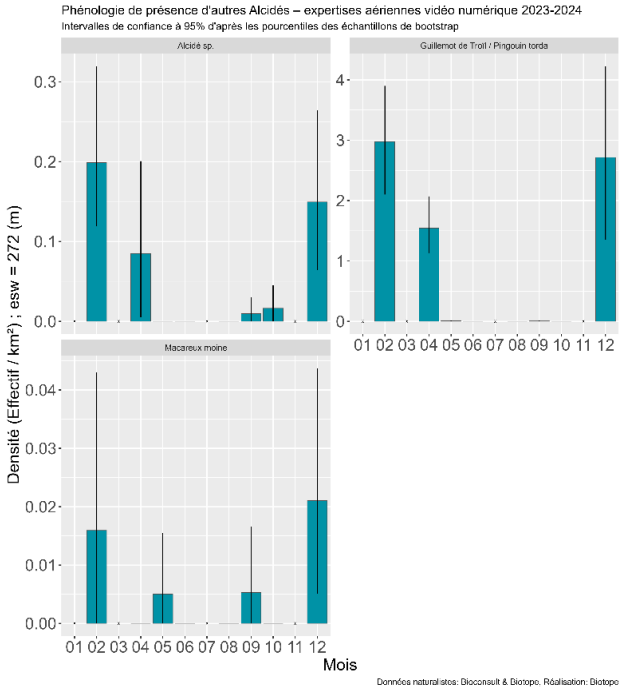


Figure 64 : Autres Alcidés – Phénologie – Grands transects – Première année d'exploitation (2023/2024). x : Mois sans effort.

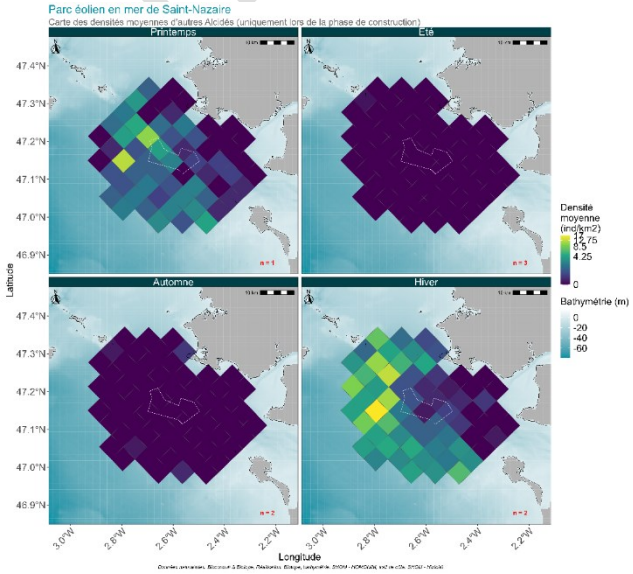


Figure 65 : Autres Alcidés – Cartes des densités moyennes – Grands transects – Première année d'exploitation (2023/2024).

III.1.1 Suivis petits transects première année d'exploitation

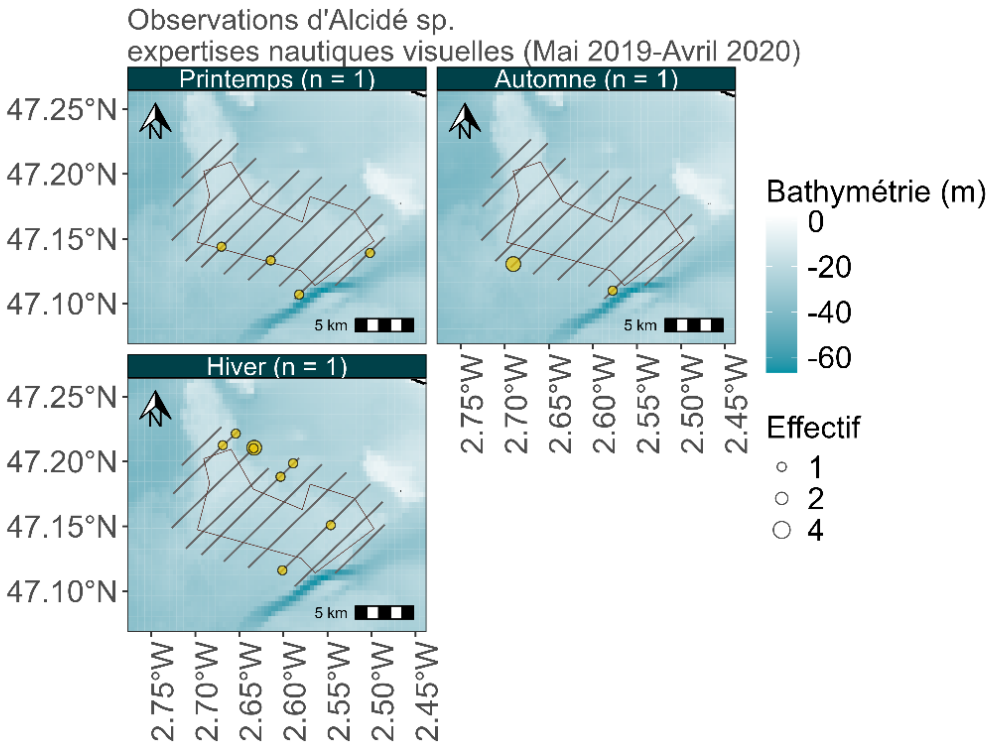


Figure 66 : Alcidés sp. – Cartes de distribution des observations – Petits transects – Etat de référence (2019/2020)

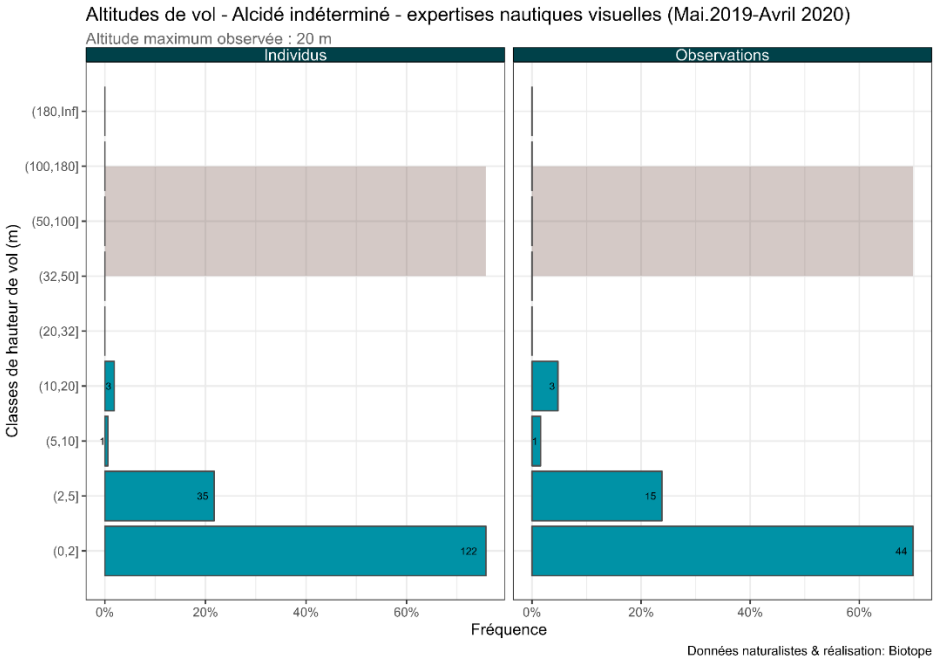


Figure 67 : Alcidés sp. – Histogramme des hauteurs de vol – Grands transects – Etat de référence (2019/2020).

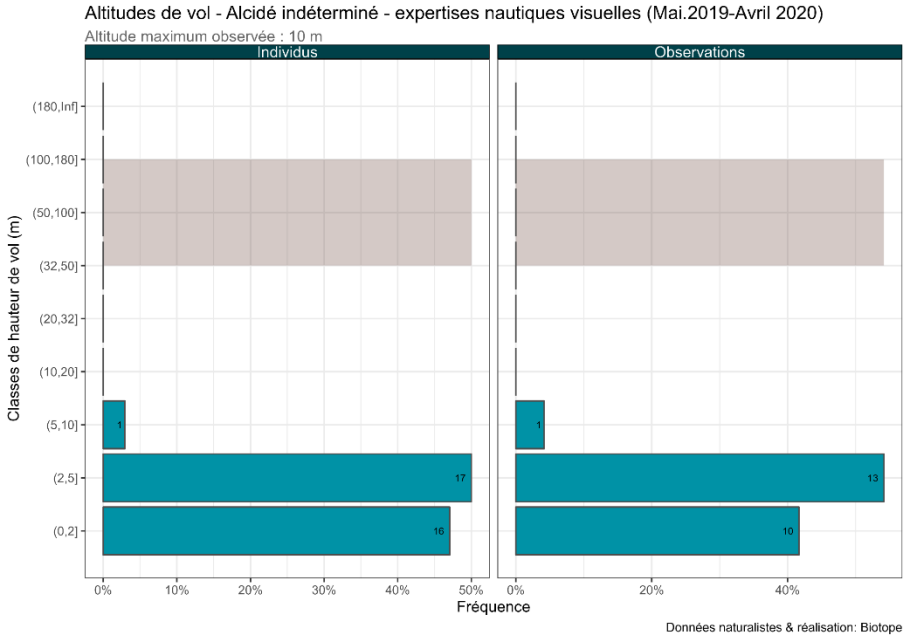


Figure 68 : Alcidés sp. – Histogramme des hauteurs de vol – Petits transects – Etat de référence (2019/2020).

III.2 Cormorans

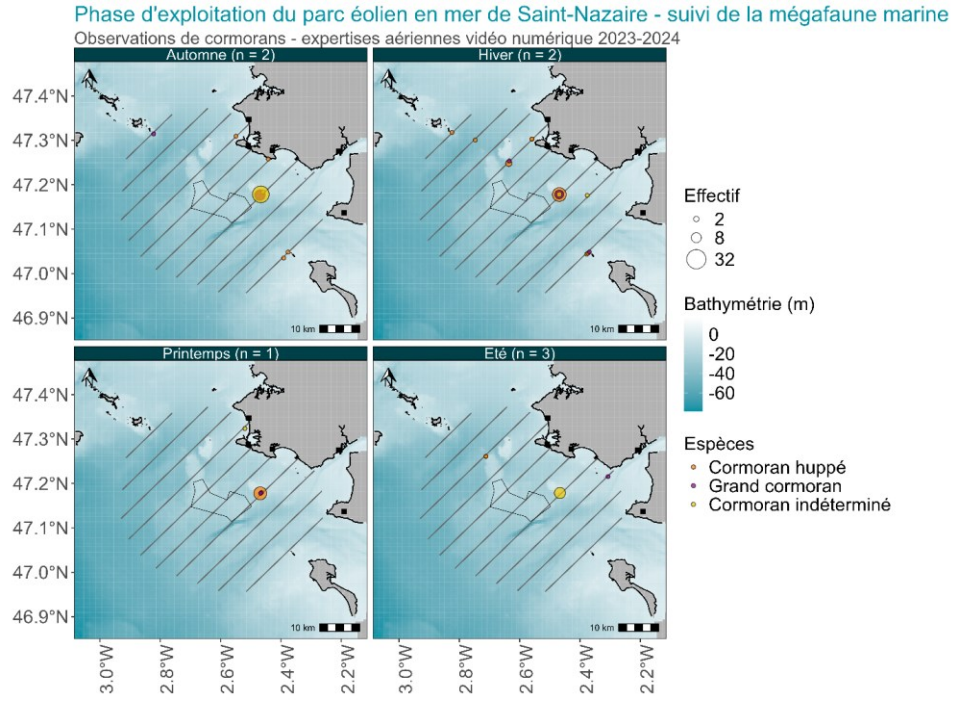


Figure 69 : Cormorans – Cartes de distribution des observations – Grands transects – Première année d'exploitation (2023/2024)



Biotope Siège Social
22, boulevard Maréchal Foch
B,P. 58
34140 MÈZE
Tél. : +33 (0)4 67 18 46 20
www.biotope.fr

biotope