

Société Parc du Banc de
Guérande

Parc **éolien**
en mer de **S^t-Nazaire**


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

Mesure MSU10
5 juillet 2023

Rapport final de la mesure
MSU10 en phase de
construction (Octobre 2021-
Septembre 2022)



biotopie

Réseau administratif

Citation recommandée	Biotope, 2023. Parc éolien en mer de Saint Nazaire _ Suivi de l'avifaune et de la mégafaune marine. Rapport final de la mesure MSU10 en phase de construction (Octobre 2021-Septembre 2022).	
Version/Indice	Version 5	
Date	05/07/2023	
Nom de fichier	MSU10_Rapport Final Phase de Construction	
N° de contrat	Contrat N°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 : +33 (0) 6 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, Contrôleur qualité	Florian Lecorps	Mail : flecorps@biotope.fr Téléphone : 06 78 87 22 94

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

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.

Sommaire

1	Contexte et objectifs de la mission	18
1.1	Contexte	18
1.2	Objectifs de la mission	19
1.3	Contenu du présent rapport	20
1.4	Organisation des équipes	20
1.5	Description et calendrier des travaux lors des expertises	21
1.6	Données bibliographiques	22
1.6.1	Données bibliographiques concernant les oiseaux	22
1.6.2	Données bibliographiques concernant les mammifères marins	41
2	Protocole de suivi lors de la phase de construction	43
2.1	Détail des efforts d'expertises, aires d'études et protocoles de l'année de construction	43
2.1.1	Calendrier d'expertises	43
2.1.2	Suivi par bateau, petits transects (aire d'étude immédiate)	43
2.1.3	Suivi par avion digital haute altitude (technologie HiDef), grands transects (aire d'étude élargie)	45
2.2	Dates et conditions des expertises	47
2.2.1	Suivis petits transects par bateau	47
2.2.2	Suivis grands transects par avion	47
2.3	Rappel des ajustements des transects d'expertises entre l'état initial 2013/2015, l'état de référence 2019/2020 et l'année de construction 2021/2022	48
2.3.1	Ajustements des aires d'études et des protocoles	48
2.3.2	Calendrier d'expertises	51
2.3.3	Implications des changements d'aire d'études et des protocoles sur les analyses	52
3	Méthodes de traitement des données avifaune :	53
3.1	Distribution temporelle	53
3.2	Distribution spatiale	56
3.2.1	Cartes de grilles de densités	56
3.2.2	Cartes des observations brutes par saisons	58
3.2.3	Distribution des comportements	58
3.3	Modèle BAG pour les espèces avec des effectifs élevés	59
3.3.1	Variable quantitative	61
3.3.2	Variationnelles qualitatives	62
3.3.3	Espèces concernées	64
3.3.4	Traitement du biais de protocole	65
3.3.5	Lecture des résultats	65
3.4	Contraintes et limites liées aux méthodes d'analyses	66
3.5	Méthodes synthétisées de traitement des données mammifères marins	67
4	Bilan des données de la phase de construction- Avifaune	68
4.1	Données générales concernant les expertises de la phase de construction 2021/2022	68
4.1.1	Données générales lors des sessions grands transects 2021/2022	68
4.1.2	Données générales lors des sessions petits transects 2021/2022	73
5	Analyse comparative « Avifaune » - Etat initial, état de référence et phase de construction	80
5.1	Information sur la structure des chapitres de comparaison entre phase de projet par espèce/groupe	80
5.1.1	Données générales	80

5.1.2	Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects	80
5.1.3	Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects	81
5.1.4	Analyse des comportements	81
5.1.5	Synthèse	81
5.2	Analyse comparative pour les goélands	82
5.2.1	Espèces concernées	82
5.2.2	Exploitation de la zone élargie du parc - grands transects	83
5.2.3	Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiates- petits transects	89
5.2.4	Analyse des comportements	93
5.2.5	Synthèse	94
5.3	Mouettes	96
5.3.1	Espèces concernées	96
5.3.2	Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects	97
5.3.3	Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiates - Petits transects	101
5.3.4	Analyse des comportements	104
5.3.5	Synthèse	105
5.4	Sulidés	106
5.4.1	Espèces concernées	106
5.4.2	Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects	106
5.4.3	Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects	109
5.4.4	Analyse des comportements	110
5.4.5	Synthèse	111
5.5	Procellariidés	113
5.5.1	Espèces concernées	113
5.5.2	Puffins des Baléares	114
5.5.3	Autres Procellariidés	117
5.5.4	Synthèse	119
5.6	Océanites	121
5.6.1	Espèces concernées	121
5.6.2	Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects	122
5.6.3	Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects	123
5.6.4	Analyse des comportements	124
5.6.5	Synthèse	124
5.7	Alcidés	126
5.7.1	Espèces concernées	126
5.7.2	Guillemot de Troil	127
5.7.3	Pingouin torda	131
5.7.4	Autres alcidés	134
5.7.5	Synthèse	134
5.8	Stercorariidés	136
5.8.1	Espèces concernées	136
5.8.2	Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects	136
5.8.3	Exploitation de la zone du parc et ses abords - Petits transects	138
5.8.4	Analyse des comportements	138
5.8.5	Synthèse	139
5.9	Anatidés	141
5.9.1	Espèces concernées	141
5.9.2	Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects	142
5.9.3	Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects	143
5.9.4	Analyse des comportements	144
5.9.5	Synthèse	145
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	148
5.10.4	Analyse des comportements	148
5.10.5	Synthèse	150
5.11	Cormorans	151
5.11.1	Espèces concernées	151
5.11.2	Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects	151
5.11.3	Exploitation de la zone du parc et ses abords - Petits transects	153
5.11.4	Analyse des comportements	154
5.11.5	Synthèse	155
5.12	Plongeurs	156
5.12.1	Espèces concernées	156
5.12.2	Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects	157
5.12.3	Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats – Petits transects	158
5.12.4	Analyse des comportements	159
5.12.5	Synthèse	160
6	Analyse comparative « Mammifères marin» - Etat initial, état de référence et phase de construction	161
6.1	Espèces concernées	161
6.2	Données générales de l'année de construction	161
6.2.1	Données générales lors des sessions grands transects 2021/2022	161
6.2.2	Données générales lors des sessions petits transects 2021/2022	162
6.3	Comparaison des phénologies et distribution des mammifères marins entre l'état de référence et l'année de construction	162
6.3.1	Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects	162
6.3.2	Exploitation de la zone du parc et ses abords - Petits transects	164
6.3.3	Synthèse	165
7	Synthèse comparative état initial, état de référence et année de construction	166
8	Bibliographie	173
9	Annexes	174
	Annexe 1 : Détail analyse statistique	174
1.1	<i>Distance Sampling</i> :	174
1.2	<i>Strip-transect</i>	175
1.3	<i>Snapshot</i>	175
	Annexe 2 : Modélisation BAG de la distribution spatiale et de la densité des espèces	176
1.2.1	Propriétés des données de comptage	176
1.2.2	Propriétés de la distribution de Poisson et de sa fonction de lien logarithme	176
1.2.3	Formalisation du modèle	176
1.2.4	L'autocorrelation spatiale	177
1.2.5	Pseudo-R ²	177
1.2.6	Simulation d'un jeu de données équilibré	178
1.2.1	Résultats complémentaires	178
	Annexe 3 : Cartes et figures complémentaires	186
3.1	Autres Procellariidés :	186
3.2	Alcidé indéterminés	187

Liste des figures

- Figure 1. Nombre d'oiseaux marins reproducteur des différentes espèces de Goélands sur les sites de nidifications autour du parc éolien de Saint-Nazaire. 25
- Figure 2. Représentation schématique des distances et aires couvertes par les suivis aériens digitaux (© BioConsult SH). 46
- Figure 3. Description schématique du processus d'estimation de densités à partir des données issues de suivis nautiques et aériens. 54
- Figure 4. Exemple d'une phénologie réalisée en utilisant des *boostrops* sur la méthode de *strip-transect* pour une espèce et un statut (oiseaux posés uniquement). 55
- Figure 5. Exemple d'un graphique de phénologie réalisés à partir des observations collectées lors d'un suivi nautique. 56
- Figure 6. Carte de distribution saisonnière des densités en maille de 25 km² pour le Guillemot de Troïl lors des suivis aériens digitaux par caméra HD. Le nombre entre parenthèse indique le nombre de suivis par saison. 57
- 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. 58
- Figure 8. Exemple d'histogramme des altitudes de vol pour le Fou de Bassan. 59
- Figure 9 : **Grille considérée pour le travail de modélisation.** Les cellules mesurent 2.5km de côté. Le parc est représenté en gris au centre de la grille. Les transects des campagnes nautiques menées lors de l'état de référence (ER) sont représentés en pointillés bleus. Les transects des campagnes aériennes menées lors de la phase de construction (C1) sont représentés en pointillés rouge. 62
- Figure 10 : **Emplacement des fondations (points noirs) le jour de chaque campagne aérienne de suivi de la Mégafaune marine.** Le centroïde de ces fondations est représenté en rouge. La distance aux fondations utilisée dans le modèle est la distance de chaque centroïde de cellule de la grille et le centroïde des fondations 63
- Figure 11 : **Emplacement des éoliennes en exploitation (points noirs) le jour des campagnes aériennes de suivi de la Mégafaune marine** (l'absence de carte pour les deux premières campagnes correspond à une absence d'éolienne). Le centroïde de ces éoliennes est représenté en rouge. La distance aux éoliennes en exploitation utilisée dans le modèle est la distance entre chaque centroïde de cellule de la grille et le centroïde des éoliennes 64
- Figure 12 : Différence de densité entre l'état de référence et la phase de construction pour le Fou de Bassan en fonction de la distance aux travaux. Les étoiles noires représentent la médiane. Les limites des rectangles représentent l'intervalle de confiance à 95%. L'étoile rouge indique que pour cette classe de distance, il y a une différence significative de densité d'observation entre les deux phases, ici pour la classe de distance « 19 à 24 km ». 66
- Figure 13. Répartition des effectifs totaux des oiseaux observés organisée en famille d'espèces. – Grands transects (avion digital). Seules les familles avec au moins une détection sont indiquées. 72
- Figure 14. Répartition des effectifs totaux des oiseaux observés organisée par saison et par famille d'espèces – Grands transects (avion digital). Seules les familles avec au moins une détection sont indiquées. 72

Figure 15. Répartition du nombre d'observations par saison et par famille d'espèce pendant l'année de construction – Petits transects bateau	76
Figure 16. Répartition des effectifs totaux des oiseaux observés organisée par saison et par famille d'espèces – Petits transects bateau. Seules les familles avec au moins une détection sont indiquées.	78
Figure 17. Proportion d'oiseaux en recherche active d'alimentaire (chasse/pêche), posés ou en vol sans signe d'alimentation.	79
Figure 18. Goéland marin (© Willy Raitière).	82
Figure 19. Goéland brun (© Willy Raitière).	82
Figure 20. Goélands argentés (© Willy Raitière).	82
Figure 21. Goéland cendré (© Willy Raitière).	82
Figure 22 : Différence de densité moyenne des observations entre l'état de référence et la phase de construction pour le Goéland argenté en fonction de la distance aux travaux. Les étoiles noires représentent la médiane, la barre noire représente la moyenne et les limites des rectangles l'intervalle de confiance à 95%. Les étoiles rouges indiquent que les densité moyennes sont significativement différentes entre les 2 phases du projet. La densité est exprimée en nombre d'observations par km ² .	84
Figure 23: Différence de densité moyenne des observations entre l'état de référence et la phase de construction pour le Goéland argenté en fonction de la distance aux éoliennes. Les étoiles noires représentent la médiane, la barre noire représente la moyenne et les limites des rectangles l'intervalle de confiance à 95%. Les étoiles rouges indiquent que les densité moyennes sont significativement différentes entre les 2 phases du projet. La densité est exprimée en nombre d'observations par km ² .	85
Figure 24 : Différence de densité moyenne des observations, entre l'état de référence et la phase de construction pour le Goéland marin en fonction de la distance aux travaux. Les étoiles noires représentent la médiane, la barre noire représente la moyenne et les limites des rectangles l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km ² .	87
Figure 25 : Différence de densité moyenne des observations, entre l'état de référence et la phase de construction pour le Goéland marin en fonction de la distance aux éoliennes. Les étoiles noires représentent la médiane, la barre noire représente la moyenne et les limites des rectangles l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km ² .	88
Figure 26. Mouette pygmée.	96
Figure 27. Mouette tridactyle.	96
Figure 28. Mouette mélanocéphale.	96
Figure 29. Mouette de Sabine.	96
Figure 30 : Différence de densité moyenne des observations entre l'état de référence et la phase de construction pour la Mouette tridactyle en fonction de la distance aux travaux. Les étoiles noires représentent la médiane, la barre noire représente la moyenne et les limites des rectangles l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km ² .	99
Figure 31. Fou de Bassan.	106
Figure 32 : Différence de densité moyenne des observations entre l'état de référence (ER) et la phase de construction (C1) pour le Fou de Bassan en fonction de la distance aux travaux. Les étoiles noires représentent la médiane, la barre noire représente la moyenne et les limites	

des rectangles l'intervalle de confiance à 95%. Les étoiles rouges indiquent que les densité moyennes sont significativement différentes entre les 2 phases du projet. La densité est exprimée en nombre d'observations par km². 108

Figure 33 : Différence de densité moyenne des observations entre l'état de référence (ER) et la phase de construction (C1) pour le Fou de Bassan en fonction de la distance aux éoliennes. Les étoiles noires représentent la médiane, la barre noire représente la moyenne et les limites des rectangles l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km². 108

Figure 34. Puffin des Baléares. 113

Figure 35. Puffin fuligineux. 113

Figure 36. Puffin des Anglais. 113

Figure 37. Fulmar boréal. 113

Figure 38. Océanite tempête. 121

Figure 39. Guillemots de Troïl. 126

Figure 40. Pingouin torda. 126

Figure 41 : Différence de densité moyenne des observations, entre l'état de référence et la phase de construction pour le Guillemot de Troïl en fonction de la distance aux travaux. Les étoiles noires représentent la médiane, la barre noire représente la moyenne et les limites des rectangles l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km². 128

Figure 42 : Différence de densité moyenne des observations, entre l'état de référence et la phase de construction pour le Guillemot de Troïl en fonction de la distance aux éoliennes. Les étoiles noires représentent la médiane, la barre noire représente la moyenne et les limites des rectangles l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km². 129

Figure 43. Grands Labbes. 136

Figure 44. Bernache cravant. 141

Figure 45. Eiders à duvet. 141

Figure 46. Macreuse noire. 141

Figure 47. Sterne pierregarin. 146

Figure 48. Grand Cormoran. 151

Figure 49. Cormoran huppé. 151

Figure 50. Plongeon catmarin. 156

Figure 51. Plongeon imbrin. 156

Figure 52. Description schématique du processus d'estimation de densités à partir des données issues de suivis nautiques et aériens. 168

Figure 53. 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. 175

Figure 54 : Densité moyenne d'observation de Goéland argenté par rapport à la distance aux fondations prédite par le modèle pour chaque mois et chaque phase du projet (l'état de référence en rouge, ER, et la phase de construction en bleu, C1). Les points représentent la

moyenne de la densité et les barres d'erreur l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km². 179

Figure 55: Densité moyenne d'observation de Goéland argenté par rapport à la distance aux éoliennes prédite par le modèle pour chaque mois et chaque phase du projet (l'état de référence en rouge, ER, et la phase de construction en bleu, C1). Les points représentent la moyenne de la densité et les barres d'erreur l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km². 180

Figure 56 : Densité moyenne d'observation de Goéland marin par rapport à la distance aux fondations prédite par le modèle pour chaque mois et chaque phase du projet (l'état de référence en rouge, ER, et la phase de construction en bleu, C1). Les points représentent la moyenne de la densité et les barres d'erreur l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km². 180

Figure 57 : Densité moyenne d'observation de Goéland marin par rapport à la distance aux éoliennes prédite par le modèle pour chaque mois et chaque phase du projet (l'état de référence en rouge, ER, et la phase de construction en bleu, C1). Les points représentent la moyenne de la densité et les barres d'erreur l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km². 181

Figure 58: Densité moyenne d'observation de Mouette tridactyle par rapport à la distance aux fondations prédite par le modèle pour chaque mois et chaque phase du projet (l'état de référence en rouge, ER, et la phase de construction en bleu, C1). Les points représentent la moyenne de la densité et les barres d'erreur l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km². 182

Figure 59 : Densité moyenne d'observation de Fou de Bassan par rapport à la distance aux fondations prédite par le modèle pour chaque mois et chaque phase du projet (l'état de référence en rouge, ER, et la phase de construction en bleu, C1). Les points représentent la moyenne de la densité et les barres d'erreur l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km². 182

Figure 60 : Densité moyenne d'observation de Fou de Bassan par rapport à la distance aux éoliennes prédite par le modèle pour chaque mois et chaque phase du projet (l'état de référence en rouge, ER, et la phase de construction en bleu, C1). Les points représentent la moyenne de la densité et les barres d'erreur l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km². 183

Figure 61 : Densité moyenne d'observation de Guillemot de Troïl par rapport à la distance aux fondations prédite par le modèle pour chaque mois et chaque phase du projet (l'état de référence en rouge, ER, et la phase de construction en bleu, C1). Les points représentent la moyenne de la densité et les barres d'erreur l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km². 184

Figure 62 : Densité moyenne d'observation de Guillemot de Troïl par rapport à la distance aux éoliennes prédite par le modèle pour chaque mois et chaque phase du projet (l'état de référence en rouge, ER, et la phase de construction en bleu, C1). Les points représentent la moyenne de la densité et les barres d'erreur l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km². 185

Figure 63 : Autres Procellariidés – Cartes des distributions des observations -Grands transects-Etat de référence (2019/2020) 186

Figure 64 : Autres Procellariidés – Cartes des distributions des observations -Grands transects-Année de construction (2021/2022) 186

Figure 65 : Autres Procellariidés – Cartes des distributions des observations -Petits transects-Année de construction (2021/2022) 187

Figure 66 : Alcidés indéterminés- Phénologie – Grands transects – Etat de référence (2019/2020)	188
Figure 67 : Alcidés indéterminés- Phénologie – Grands transects – Année de construction (2021/2022)	188
Figure 68 : Alcidés indéterminés- Phénologie – Petits transects – Etat de référence (2019/2020)	189
Figure 69 : Alcidés indéterminés- Phénologie – Petits transects – Année de construction (2021/2022)	189
Figure 70 : Alcidés indéterminés- Cartes des densités moyennes– Grands transects – Année de construction (2021/2022)	190
Figure 71 : Autres alcidés– Cartes des distributions des observations -Petits transects-Etat de référence (2019/2020)	190
Figure 72 : Autres alcidés– Cartes des distributions des observations -Petits transects-Année de construction (2021/2022)	191
Figure 73 : Autres alcidés– Histogramme des hauteurs de vols -Grands transects-Etat de référence (2019/2020)	191
Figure 74 : Autres alcidés– Histogramme des hauteurs de vols Grands transects-Etat de référence (2019/2020)	192
Figure 75 : Autres alcidés– Histogramme des hauteurs de vols -Grands transects-Année de construction (2021/2022)	192

Liste des tableaux

Tableau 1. Extrait du tableau 107 (p336) du fascicule B1 de l'état initial environnemental synthétisant les effets et impacts potentiels de la construction du parc éolien sur l'environnement.	19
Tableau 2. Résumé des activités de construction lors des suivis aériens et nautiques.	21
Tableau 3 : Matrice pour la définition du niveau de sensibilité par effet.	23
Tableau 3. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour les goélands.	27
Tableau 4. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour les mouettes.	29
Tableau 5. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour le Fou de Bassan.	30
Tableau 6 Tableau de synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour les <i>Procellariidés</i> .	31
Tableau 7 Tableau de synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour les <i>Océanites</i> .	33
Tableau 8. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour les <i>alcidés</i> .	34
Tableau 9. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour les <i>alcidés</i> .	35
Tableau 10. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour les <i>sternidés</i> .	36
Tableau 11. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour les cormorans.	38
Tableau 12. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour la Macreuse noire.	39
Tableau 13. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets de la phase de construction pour les plongeurs.	40
Tableau 14. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour les mammifères marins.	42
Tableau 15. Calendrier des missions en mer pour la phase de construction.	43
Tableau 16. Paramètres météorologiques collectés lors des expertises nautiques.	44
Tableau 17. Paramètres biologiques collectés lors des expertises nautiques.	44
Tableau 18. Synthèse des conditions d'expertises en bateau pour le suivi des petits transects.	47
Tableau 19. Synthèse des conditions d'expertises en avion pour le suivi des grands transects. L'état de la mer est indiqué selon la codification standard des états de mer.	47
Tableau 20. Comparaison des protocoles d'expertises 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 300m de part et d'autre du transect.	49

Tableau 21. Synthèse du nombre d'expertises par mois et par phase de projet, pendant l'état initial (EI), l'état de référence (ER) et l'année de construction (C).	51
Tableau 22. Périodes du cycle biologique considérées dans les analyses, en se basant sur les activités biologiques de la majorité des oiseaux marins.	57
Tableau 23 : Tableau synthétique des variables incluses dans les deux modèles testés pour les espèces avec suffisamment de données.	61
Tableau 24. Saisons biologiques considérées pour les mammifères marins.	67
Tableau 25. Effectifs cumulés des oiseaux, et leurs proportions (%°) associées, par expertises aériennes digitales pendant la phase de construction.	68
Tableau 26 : taux d'identification à l'espèces des détections par avion digital lors de l'année de construction et valeurs de référence indiquer dans la réponse à l'appel d'offre.	73
Tableau 27. Effectifs des oiseaux observés, et leurs proportions associées, lors des 4 sessions petits transects.	74
Tableau 28. Tableau de synthèse de la taille des groupes d'observations lors du suivi nautique de la phase de construction.	76
Tableau 29. Synthèse du nombre total d'observations de goélands <i>sur l'ensemble des transects (grands et petits)</i> , et résumé de leur phénologie <i>sur la zone élargie du parc</i> lors des 3 phases de suivis (état initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020, et année de construction : 2021/2022)	82
Tableau 30. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland argenté selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	83
Tableau 31. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland brun selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	85
Tableau 32. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland marin selon les méthodes strip transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	86
Tableau 33. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland cendré selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	88
Tableau 34. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland argenté selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	90
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 l'année de construction (2021/2022).	91
Tableau 36. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland marin selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	92
Tableau 37. Proportion d'individus de Goélands suiveurs de bateaux de pêches, ainsi que la moyenne et standard déviation pour l'ensembles des espèces (lignes toutes espèces confondues).	93
Tableau 38. Hauteurs de vols des goélands lors des suivis petits transects bateau -- Etat de référence (2019/2020) et année de construction (2021/2022).	93

Tableau 39. Proportions d'individus observés sous la zone des éoliennes (<32 m), entre parenthèse le nombre d'individus observés, ainsi que la moyenne et standard déviation pour l'ensembles des espèces (lignes toutes espèces confondues).	94
Tableau 40. Synthèse du nombre total d'observations de mouettes <i>sur l'ensemble des transects (grands et petits)</i> , et résumé de leur phénologie <i>sur la zone élargie du parc</i> lors des 3 phases de suivis (état initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020 et année de construction : 2021/2022).	97
Tableau 41. Phénologies et cartes de distribution de la Mouette tridactyle selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	98
Tableau 42. Phénologies et cartes de distribution des mouettes côtières selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	100
Tableau 43. Phénologies et cartes de distribution des mouettes pélagiques selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	101
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 l'année de construction (2021/2022).	102
Tableau 45. Phénologies et cartes de distribution des mouettes côtières selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022). En jaune les mouettes mélanocéphae, en violet les mouettes rieuses.	103
Tableau 46. Phénologies et cartes de distribution des mouettes pélagiques selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	103
Tableau 47. Proportions d'individus observés sous la zone des éoliennes (<32m), entre parenthèse le nombre d'individus observés.	104
Tableau 48. Hauteurs de vols de la Mouette tridactyle, des mouettes côtières et pélagiques lors des suivis petits transects bateau -- Etat de référence (ER ; 2019/2020) et année de construction (C : 2021/2022).	104
Tableau 49. Synthèse du nombre total d'observations de Fou de Bassan <i>sur l'ensemble des transects (grands et petits)</i> , et résumé de leur phénologie <i>sur la zone élargie du parc</i> lors des 3 phases de suivis (état initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020, et année de construction : 2021/2022).	106
Tableau 50. 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 l'année de construction (2021/2022).	107
Tableau 51. 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 l'année de construction (2021/2022).	109
Tableau 52. Proportions d'individus de Fou de Bassan observés sous la zone de rotation des pales (<32 m). Le nombre d'individus observés est indiqué entre parenthèse.	110
Tableau 53. Distribution des hauteurs de vol du Fou de Bassan observées pendant l'EDR et l'année de construction.	111

Tableau 54. Synthèse du nombre total d'observations du Puffin des Baléares <i>sur l'ensemble des transects (grands et petits)</i> , et résumé de leur phénologie <i>sur la zone élargie du parc</i> lors des 3 phases de suivis (état initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020, et année de construction : 2021/2022).	114
Tableau 55. Nombres d'individus de la famille des puffins observés lors des 3 phases de suivis.	114
Tableau 56. 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 l'année de construction (2021/2022).	115
Tableau 57. 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 l'année de construction (2021/2022).	116
Tableau 58. Distribution des hauteurs de vol du Puffin des Baléares pendant l'EDR et l'année de construction.	117
Tableau 59. Phénologies par IKA des autres procellariidés pour les données de l'EDR (2019/2020) et selon les méthodes strip-transect et snapshot pour les données de l'année de construction (2021/2022) – Grands transects.	118
Tableau 60. Phénologies par IKA des autres procellariidés pour les données de l'EDR (2019/2020) – Petits transects.	119
Tableau 61. Synthèse du nombre total d'observations d'Océanite tempête <i>sur l'ensemble des transects (grands et petits)</i> , et résumé de leur phénologie <i>sur la zone élargie du parc</i> lors des 3 phases de suivis (état initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020, et année de construction : 2021/2022).	121
Tableau 62. Phénologies et cartes de distribution de l'Océanite tempête selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	122
Tableau 63. Phénologies et cartes de distribution de l'Océanite tempête selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	123
Tableau 64. Distribution des hauteurs de vol de l'Océanite tempête pendant l'EDR et l'année de construction sur la zone rapprochée du parc éolien.	124
Tableau 65. Synthèse du nombre total d'observations d'alcidés <i>sur l'ensemble des transects (grands et petits)</i> , et résumé de leur phénologie <i>sur la zone élargie du parc</i> lors des 3 phases de suivis (état initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020, et année de construction : 2021/2022).	126
Tableau 66. Phénologies et cartes de densités moyennes du Guillemot de Troïl selon les méthodes distance-sampling (état de référence), strip-transect (construction) et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022)	127
Tableau 67. Phénologies et cartes de distribution du Guillemot de Troïl selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de (2021/2022).	129
Tableau 68. Distribution des hauteurs de vol du Guillemot de Troïl pendant l'EDR et l'année de construction sur la zone rapprochée du parc éolien.	130
Tableau 69. Phénologies et cartes de densités moyennes du Pingouin torda selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	131

Tableau 70. Phénologies et cartes de distribution du Pingouin torda selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	132
Tableau 71. Distribution des hauteurs de vol du Pingouin torda pendant l'EDR sur la zone élargie et rapprochée du parc éolien (<i>Nota : il n'y a pas eu d'oiseau en vol détecté sur la zone rapprochée pendant l'année de construction</i>).	133
Tableau 72. Synthèse du nombre total d'observations des Stercorariidés <i>sur l'ensemble des transects (grands et petits)</i> , et résumé de leur phénologie <i>sur la zone élargie du parc</i> lors des 3 phases de suivis (état initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020, et année de construction : 2021/2022).	136
Tableau 73. Phénologies et cartes de distribution des Labbes selon les méthodes strip-transect + snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	137
Tableau 74. Phénologies et cartes de densités moyennes des Labbes selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (ER, 2019/2020) et l'année de construction (C, 2021/2022). Le Grand labbe est représenté en jaune, le Labbe parasite en turquoise et les labbes indéterminés en orange.	138
Tableau 75. Proportions d'individus de labbes observés en vol lors des suivis de l'EDR sous la zone de rotation des pales des éoliennes (32-180m), entre parenthèse le nombre d'individus total d'oiseaux en vol observés.	139
Tableau 76. Distribution des hauteurs de vols des labbes par type de suivis lors de l'Etat de référence 2019/2020.	139
Tableau 77. Nombre d'individus d'anatidés observés par espèce et par année de suivis.	141
Tableau 78. Synthèse du nombre total d'observations de Macreuse noire <i>sur l'ensemble des transects (grands et petits)</i> , et résumé de leur phénologie <i>sur la zone élargie du parc</i> lors des 3 phases de suivis (état initial, 2013/2015, état de référence : 2019/2020 et année de construction : 2021/2022).	142
Tableau 79. 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 l'année de construction (2021/2022) (la Macreuse noire est représentée en turquoise et l'Eider à duvet en jaune).	142
Tableau 80. Phénologie et cartes de distribution de la Macreuse noire selon les méthodes strip transect et snapshot –Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022) (la Macreuse noire est représentée en turquoise, la Bernache cravant en violet et le Harle huppé en orange).	143
Tableau 81. Distribution des hauteurs de vols d'anatidés marins par année de suivis et type de suivis (état de référence : 2019/2020, année de construction : 2021/2022).	144
Tableau 82. Proportions d'individus de Macreuse noire observés en vol lors des petits transects sous la zone de rotation des pales des éoliennes (32-180m), entre parenthèse le nombre d'individus total d'oiseaux en vol observés.	145
Tableau 83. Phénologies et cartes de distribution pour les sternes selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	147
Tableau 84. Phénologies et cartes de distribution des sternes selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	148

Tableau 85. Proportions d'individus de sternes observés en vol lors des petits transects sous la zone de rotation des pales (32-180m), entre parenthèse le nombre d'individus total d'oiseaux en vol observés.	149
Tableau 86. Distribution des hauteurs de vols pour les sternes par année de suivis et type de suivis (état de référence 2019/2020, année de construction : 2021/2022).	149
Tableau 87. Synthèse du nombre total d'observations de cormorans <i>sur l'ensemble des transects (grands et petits)</i> , et résumé de leur phénologie <i>sur la zone élargie du parc</i> lors des 3 phases de suivis (état initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020, et année de construction : 2021/2022).	151
Tableau 88 : Phénologies et cartes de distribution selon la méthode strip transect + snapshot – cormorans. –Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	152
Tableau 89. Phénologies et cartes de distribution des cormorans selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022). Les Grands cormorans sont représentés en violet, les Cormorans huppés en jaune et les cormorans indéterminés en orange.	153
Tableau 90. Proportions d'individus de cormorans observés en vol lors des petits et grands transects de l'EDR sous la zone de rotation des pales des éoliennes (32-180m), entre parenthèse le nombre d'individus total d'oiseaux en vol observés.	154
Tableau 91. Distribution des hauteurs de vols des cormorans par type de suivis pour l'état de référence : 2019/2020.	155
Tableau 92. Synthèse du nombre total d'observations des plongeurs <i>sur l'ensemble des transects (grands et petits)</i> , et résumé de leur phénologie <i>sur la zone élargie du parc</i> lors des 3 phases de suivis (état initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020, et année de construction : 2021/2022).	156
Tableau 93. Phénologies et cartes de distribution des plongeurs selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	157
Tableau 94. Phénologies et cartes de distribution des plongeurs selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	158
Tableau 95. Proportions d'individus de plongeurs observés en vol lors des petits et grands transects de l'EDR, sous la zone de rotation des pales des éoliennes (32-180m), entre parenthèse le nombre d'individus total d'oiseaux en vol observés.	159
Tableau 96. Distribution des hauteurs de vols des Plongeurs par année de suivi et type de suivi (état de référence : 2019/2020, année de construction : 2021/2022)	159
Tableau 97. Effectifs cumulés des mammifères marins par expertises aériennes digitales pendant la phase de construction.	161
Tableau 98. Effectifs (Eff) et nombre d'observation (Obs.) des mammifères marins observés lors des 4 sessions petits transects.	162
Tableau 99. Tableau de comparaison des effectifs et observations de mammifères marins entre l'état initial (EI), l'état de référence (EDR) et l'année de construction – Grands transects.	163
Tableau 100. Phénologies et cartes des observations des Mammifères marins selon la méthode strip-transect (construction)– Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).	163

Tableau 101. Tableau de comparaison des effectifs et observations de Mammifères marins entre l'état initial (EI), l'état de référence (EDR) et l'année de construction - Petits transects. 164

Tableau 102. Phénologies et cartes de densités moyennes des Mammifères marins selon les méthodes distance-sampling (état de référence), strip-transect (construction) et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022). Le Marsouin commun est en turquoise, le Dauphin commun en marron, le Grand dauphin en vert et le dauphin indéterminé en jaune. 165

Tableau 103. Comparaison des protocoles d'expertises 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 300m de part et d'autre du transect. 167

Tableau 104 : 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 2013/2015, 2019/2020 et 2021/2022 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). 168

Tableau 105 : Synthèse des principales données d'état de référence et suivis en phase de construction concernant les principales espèces de mammifères marins rencontrées localement. Cette synthèse compile les principales informations issues des expertises 2013/2015, 2019/2020 et 2021/2022. Des informations sont fournies pour les activités notées sur l'aire d'étude immédiate (AEI) et l'aire d'étude élargie (AEE). 172

1 Contexte et objectifs de la mission

1.1 Contexte

La société Parc du Banc de Guérande (PBG) a été sélectionnée par l'Etat 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.

Une état initial environnementale a été finalisée 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 décrits dans l'état initial environnemental ;
- De contribuer à l'évaluation de l'efficacité des mesures de réduction et de compensation.

L'état initial concernant cette mesure a été réalisé en 2013 et 2014 par Périscope (Bretagne vivante, LPO44, LPO85) et est présenté dans une annexe de l'état initial (annexe 3 au fascicule B1). Une étude bibliographique concernant les mammifères marins avait été réalisée par ULR Valor (dorénavant Cohabys) en 2013. Conformément à l'arrêté préfectoral du 17 mars 2016, un état de référence avant construction a été réalisé entre avril 2019 et avril 2020. 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.

Biotope a par la suite 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 tableau ci-dessous retrace 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 : <ul style="list-style-type: none"> • 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 d'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

1.2 Objectifs de la mission

Lors de l'état initial, les niveaux d'impacts en phase de construction sur l'avifaune ont été évalués comme négligeables à moyens, selon les espèces et les types d'effets considérés (Tableau 1). L'évaluation des impacts réels de la construction est un exercice complexe, basé sur des connaissances générales de l'écologie des espèces ainsi que sur des hypothèses quant aux éventuelles conséquences comportementales que les travaux peuvent engendrer à l'échelle locale.

Tenant compte de ces éléments, la mesure MSU 10 a été mise en place afin de caractériser l'évolution de la fréquentation dans la zone d'implantation du parc éolien et dans une aire d'étude élargie par les oiseaux en premier lieu, et secondairement par la mégafaune marine (mammifères marins). Pendant la phase de construction les principaux effets attendus sont liés à :

- L'effet de déplacement ou de perte d'habitats du fait du chantier ;
- L'effet d'attraction ou de répulsion du fait des sources lumineuses associées au chantier.

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.

Pour pouvoir détecter les effets potentiels attendus, l'objectif de la mesure est de chercher à :

- Caractériser la diversité, l'abondance et la répartition des oiseaux et des mammifères marins dans la zone d'implantation du parc et dans une aire d'étude élargie,
- Comparer les résultats des suivis avec les observations de l'état de référence et de l'état initial, en intégrant dans l'analyse les paramètres et facteurs environnementaux susceptibles d'influencer la distribution ou le comportement des oiseaux et mammifères marins ainsi que les effets associés à la construction.

Tableau 1. Extrait du tableau 107 (p336) du fascicule B1 de l'état initial environnemental synthétisant les effets et impacts potentiels de la construction du parc éolien sur l'environnement.

Compartment concerné	Sensibilité de la thématique	Effet	Intensité	Temporaire/ Permanent	Direct/ Indirect	Impact	Commentaires/ Raisons
Mammifères marins	Moyen	Modification des habitats	Négligeable	Temporaire	Indirect	Négligeable	Zon non fonctionnelle pour les mammifères marins
		Altération de la qualité du milieu par remise en	Nul	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sensibilité moindre à la turbidité

		suspension de sédiments					
		Bruit	Moyen	Temporaire	Direct	Faible	Zone de faible intérêt écologique, fuite des individus
		Présence physique des installations	Nul	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Capacité d'évitement
Avifaune	Forte	Déplacement ou perte d'habitat	Moyen	Temporaire	Indirect	Moyen	Fuite vers des zones favorables
		Modification de la turbidité de l'eau	Négligeable	Temporaire	Direct	Négligeable	Effet localisé et limité en volume
		Bruit	Négligeable	Temporaire	Direct	Négligeable	Fuite. Démarrage progressif des travaux
		Pollution lumineuse	Moyenne	Temporaire	Direct	Moyenne	Attraction possible de certaines espèces

1.3 Contenu du présent rapport

Ce rapport final a pour objectif de présenter les résultats du suivi de l'avifaune et des mammifères marins pendant la phase de construction. Au sein de cette période, le suivi a été opéré d'octobre 2021 à septembre 2022. Les de suivi ont été comparées avec les observations de l'état de référence et de l'état initial, en intégrant dans l'analyse, quand cela est possible, les paramètres et facteurs environnementaux susceptibles d'influencer la distribution ou le comportement des oiseaux et mammifères marins ainsi que les effets associés à la construction.

La méthodologie d'analyses a fait l'objet d'une note méthodologique (Biotope, 2022 Suivi de l'avifaune et de la mégafaune marine : Note méthodologique du traitement des données en phase de construction sur la mesure MSU10), qui a fait l'objet d'un échange entre Biotope, EDF Renouvelables et les membres du Comité Technique Environnemental.

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 : expertise aérienne digitale (participation à l'acquisition des données par avion et au traitement des images)
- Seanergie : moyens à la mer, skipper.

1.5 Description et calendrier des travaux lors des expertises

Lors des suivis aériens ou nautiques en phase de construction, des activités de construction étaient en cours. Le Tableau 2 les résume en indiquant les activités réalisées le jour du suivi mais aussi dans la semaine qui le précédait.

Tableau 2. Résumé des activités de construction lors des suivis aériens et nautiques.

Date du suivi environnemental	Activités en cours le jour du suivi environnemental	Fondations / éoliennes installées	Période de 28 jours avant le suivi environnemental
25 octobre – sortie avion / grands transects	Transits de bateaux de chantier dans la zone	20/0	Période de forage avec des forages tous les 2 à 3 jours
14 décembre – sortie bateau / petits transects	Travaux d'installation des câbles + suivi halieutique	45/0	Pas d'activité, conditions météorologiques dégradées
18 décembre – sortie avion / grands transects	Travaux d'installation des câbles + travaux secondaires* sur les fondations	46/0	Travaux d'installation des câbles et travaux secondaires depuis le 14 décembre
06 février – sortie avion / grands transects	Travaux secondaires, peu de présence	54/0	Installation des fondations
15 avril – sortie avion / grands transects	Installation éolienne, câbles. Travaux secondaires fondations, éoliennes et câbles	67/0	Installation des fondations, des câbles et de la première éolienne le 7 avril
9 mai – sortie bateau / petits transects	Installation éolienne, câbles. Travaux secondaires fondations, éoliennes et câbles	74/11	Installation fondations, câbles et éoliennes
10 mai – sortie avion / grands transects	Installation éolienne, câbles. Travaux secondaires fondations, éoliennes et câbles	75/12	Installation fondations, câbles et éoliennes
17 juin _ sortie avion /grands transects	Installation éolienne, câbles. Travaux secondaires fondations, éoliennes et câbles	80/32	Fin installation fondations, installation câbles et éoliennes
13 juillet – sortie bateau / petits transects	Installation éolienne, câbles. Travaux secondaires fondations, éoliennes et câbles	80/61	Installation câbles et éoliennes
02 août – sortie avion / grands transects	Installation éolienne, câbles. Travaux secondaires, éoliennes et câbles	80/61	Installation câbles et éoliennes
15 septembre – sortie bateau / petits transects	Travaux secondaires, éoliennes et câbles	80/80	Installation câbles et éoliennes
16 septembre – sortie avion / grands transects	Travaux secondaires, éoliennes et câbles	80/80	Installation câbles et éoliennes

* : on entend par « travaux secondaires » toutes les activités menées par des opérateurs à l'intérieur des infrastructures (fondations, éoliennes, sous-station électrique) pour préparer puis mettre progressivement en service le parc éolien (connexion, finition, contrôle...).

1.6 Données bibliographiques

1.6.1 Données bibliographiques concernant les oiseaux

Afin de contextualiser les résultats des expertises menées en 2022, des données issues de la bibliographie sont fournies pour certaines espèces, notamment en périodes de reproduction (nicheurs locaux) ainsi que, pour certaines espèces, en périodes migratoires et d'hivernage.

1.6.1.1 Synthèse de données concernant les oiseaux nicheurs locaux

Source : LPO Loire-Atlantique et PÉRISCOPE

Les précédentes campagnes de suivis sur le parc utilisaient comme référence les données contenues au sein du diagnostic environnemental rédigé sur la période 2013/2014. Pour la présente étude, de nouvelles données de dénombrements sont disponibles. En effet, un dénombrement national des oiseaux marins nicheurs a été réalisé en 2020-2022 (A. Chabrolle, 2020). Il fait suite aux derniers dénombrements en 2009-2012 (Cadiou et al., 2016), que les précédentes analyses utilisaient lorsque des données plus récentes n'étaient pas disponibles. Les effectifs connus les plus récents sont donc utilisés parmi ces deux jeux de données, toutes les colonies (ou toutes les espèces) n'étant pas dénombrées tous les ans.

A ce jour, aucune analyse du dénombrement de 2020-2022 n'est disponible mais une première synthèse à l'échelle du Golfe de Gascogne Nord est réalisée sur les colonies naturelles en zone littorale (Tableau 1 ; Chabrolle, GISOM, MNHN, com. pers.). L'ensemble des éléments, au moins dans la zone d'influence du parc, est collecté pour la période du recensement national ou plus récemment quand cela est disponible.

On conservera les postulats rédigés dans les premières analyses. A savoir que l'analyse des données dans le cadre de cette synthèse donne lieu à un traitement différencié selon les sites, îles ou îlots concernés. En effet, la pression d'observation n'est nullement égale entre les différents secteurs de cette façade maritime. Ceci est dû bien souvent à l'accessibilité du site, mais aussi aux différents périmètres de protection qui peuvent interdire le débarquement, ainsi qu'à, parfois, l'intérêt d'un ou plusieurs ornithologues. Enfin pour ce qui est de la période de nidification, trois espèces suivies à l'échelle nationale ne semblent pas être concernées par le projet car leur population nicheuse est trop éloignée. Il s'agit de la Sterne naine (dont les populations reproductrices les plus proches sont finalement localisées en amont de Nantes sur la Loire), la Sterne de Dougall (archipel des Glénan) et la Mouette tridactyle (population relictuelle, au large des Sables-d'Olonne en Vendée).

De plus, afin de réaliser cette synthèse bibliographique sur les espèces nicheuses ayant connu une amélioration des connaissances, deux zones d'analyse ont été utilisées. Pour les populations d'espèces nicheuses hors goélands, la même zone géographique que pour l'état initial a été utilisée, c'est-à-dire de l'île de Sein, au nord, à l'île de Ré, au sud.

Pour les goélands, espèces nicheuses locales susceptibles d'interagir avec le parc éolien (risques de collision en particulier), il est plus approprié de se concentrer sur le contexte local, c'est-à-dire un périmètre intégrant les colonies nicheuses susceptibles d'interagir avec la zone du parc éolien en mer de Saint-Nazaire (distance de recherche alimentaire). Au regard des différences de comportements et de niveaux de risques des goélands nicheurs transitant par la zone du parc, le Goéland marin a été retenu pour définir cette zone d'analyse. En effet, il s'agit de l'espèce principalement concernée par des risques de collision d'après l'état initial et présentant le plus grand rayon de recherche alimentaire parmi ces espèces. Les études menées en 2014 par PERISCOPE (Fortin et al., 2014) sur l'écologie en mer de cette espèce ont montré qu'elle s'alimente généralement dans un rayon de 70 km autour de leur site de reproduction. L'état des lieux des goélands nicheurs est donc présenté dans un rayon d'environ 70 km autour du parc éolien Banc de Guérande.

1.6.1.1.1. Données concernant les autres périodes de présence (périodes migratoires et hivernage)

Le présent rapport ne rappelle pas les principales données d'état des connaissances concernant la fréquentation du golfe de Gascogne par toutes les espèces d'oiseaux marins (voir par ex. (Castege and Hemery, 2009)).

Cependant, pour certaines espèces des données issues de la bibliographie sont fournies afin de contextualiser les résultats des expertises menées.

1.6.1.1.2. Retours d'expérience sur la sensibilité générale documentée au regard des effets de la phase de construction

Pour chaque espèce, une synthèse des principaux retours d'expérience (REX) quant à la sensibilité **aux effets modification d'habitat/déplacement de la phase de construction** est présenté sous la forme de tableaux. Ces tableaux sont documentés à partir de la bibliographie d'Europe du Nord-ouest. La méthodologie utilisée pour créer ces tableaux, suit les recommandations du « Guide d'évaluation des impacts sur l'environnement des parcs éoliens en mer » du Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (2017).

Pour toutes les espèces, ces tableaux ne traitent que la « tolérance » et de la « résilience » à l'échelle des effets d'un parc éolien en phase de construction, et non pas de tolérance ou de résilience en générale, à l'échelle de l'état de conservation des populations.

Le niveau final de la sensibilité fait l'objet d'une analyse à partir de 2 paramètres indépendants du projet¹ :

- La **tolérance à l'effet = susceptibilité d'être affectée par un effet.**
- La **résilience à l'effet = capacité à maintenir ou recouvrer naturellement un état proche à celui prévalant avant la perturbation.** Attention, il est très difficile d'évaluer la résilience pour la phase de construction puisqu'un parc éolien est présent après la perturbation. Idéalement, il faudrait se baser sur des RETEX après démantèlement mais cela n'existe pas encore. La meilleure source d'information que nous ayons trouvée est donc le RETEX des phases d'exploitation.

La sensibilité est totalement indépendante du projet, c'est la sensibilité à l'éolien en mer en général.

La matrice suivante (Tableau 3) est mise en œuvre pour la définition du niveau final de la sensibilité.

Tableau 3 : Matrice pour la définition du niveau de sensibilité par effet.

NIVEAU DE SENSIBILITÉ		Résilience			
		Nulle à négligeable	Faible	Moyenne	Forte
Tolérance	Nulle à Négligeable	Fort	Fort	Moyen	Nul à négligeable
	Faible	Fort	Moyen	Faible	Nul à négligeable
	Moyenne	Moyen	Faible	Faible	Nul à négligeable
	Forte	Nul à négligeable	Nul à négligeable	Nul à négligeable	Nul à négligeable

Quatre niveaux de sensibilité sont ainsi retenus :

Fort
Moyen
Faible
Nul à négligeable

¹ Attention nous parlons ici uniquement de tolérance et de résilience à l'échelle des effets de la phase de construction et non pas de tolérance et de résilience à l'échelle de l'état de conservation des populations.

1.6.1.2 Goélands

1.6.1.2.1. Distribution et démographie

Le Goéland argenté, le Goéland brun et le Goéland marin et le Goéland leucophée sont tous les quatre des espèces protégées. Cependant, l'état de conservation de ces trois espèces n'est pas équivalent.

Ces espèces sont listées sur la Liste Rouge de l'IUCN, considérées comme étant :

- « quasi-menacée » pour le Goéland argenté au niveau européen, national, et en région Pays de la Loire (IUCN France et al, 2016 et IUCN, 2021, Marchadour et al, 2014) ;
- « en préoccupation mineure » pour le Goéland brun en France, et « vulnérable » au niveau régional (Marchadour et al, 2014) et (IUCN France et al, 2016) ;
- le Goéland marin est classé en « préoccupation mineure » (LC) pour l'Union Européenne et la France, et « quasi-menacé » au niveau régional (Marchadour et al, 2014) ;
- le Goéland leucophée est classé en « préoccupation mineure » (LC) pour l'Union Européenne et la France, et « quasi-menacé » au niveau régional (Marchadour et al, 2014)

L'évolution des populations de goélands est rapide tant en progression qu'en régression.

A l'échelle nationale, le recensement décennal des oiseaux marins nicheurs de 2009-2012 (Cadiou et al, 2014) a permis de dénombrer entre 53 749 et 56 462 couples de goélands argentés, entre 21 961 et 22 877 couples de Goéland brun et entre 6 482 et 6 575 couples de Goéland marin.

Localement, en attendant les dernières évaluations suite aux comptages de 2020/2021, il est déjà possible d'affirmer que les effectifs nicheurs dans la zone du Golfe de Gascogne-Nord (du sud Finistère au sud de la Vendée) continuent de diminuer pour le Goéland argenté et le Goéland brun (uniquement 6 000 couples par espèces sur cette zone), tandis que le Goéland marin semble continuer à augmenter (près de 2 500 couples, GISOM com. pers.). Si la fermeture des décharges à ciel ouvert peut avoir eu une influence sur les populations locales de Goéland argenté, ça n'est pas le cas pour le Goéland brun (plus migrateur). Les causes de ces évolutions démographiques demeurent largement inconnues.

Sur la zone d'influence du parc, les populations nicheuses d'oiseaux marins ont été dénombrées entre 2020 et 2022. Les informations les plus récentes sont disponibles dans le tableau ci-dessous (Figure 1).

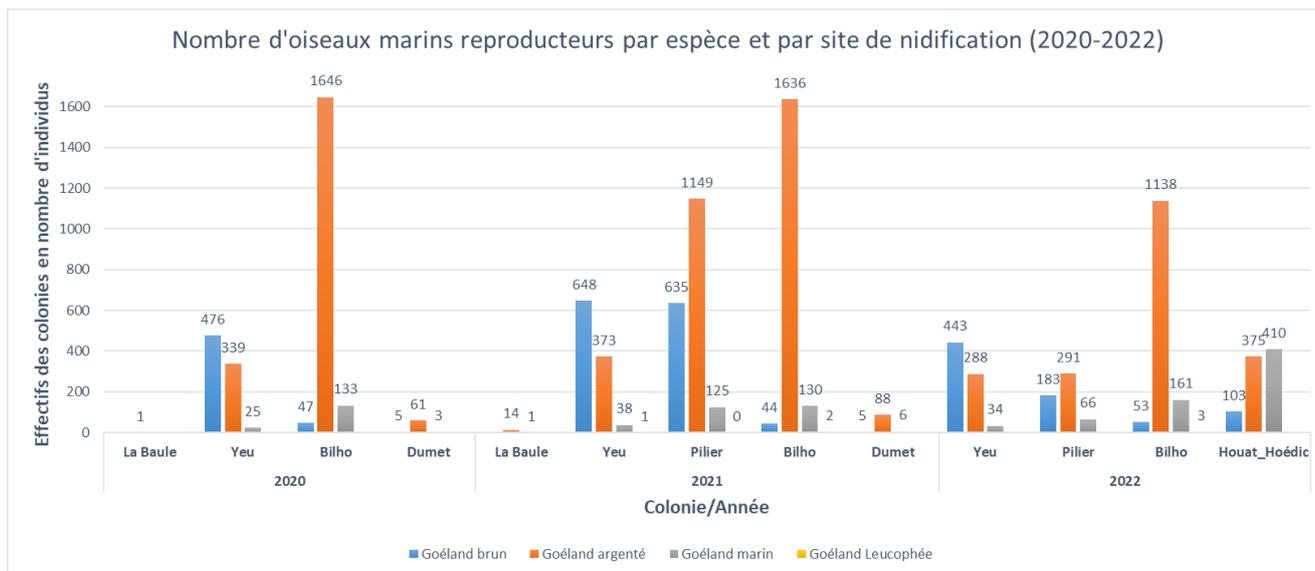
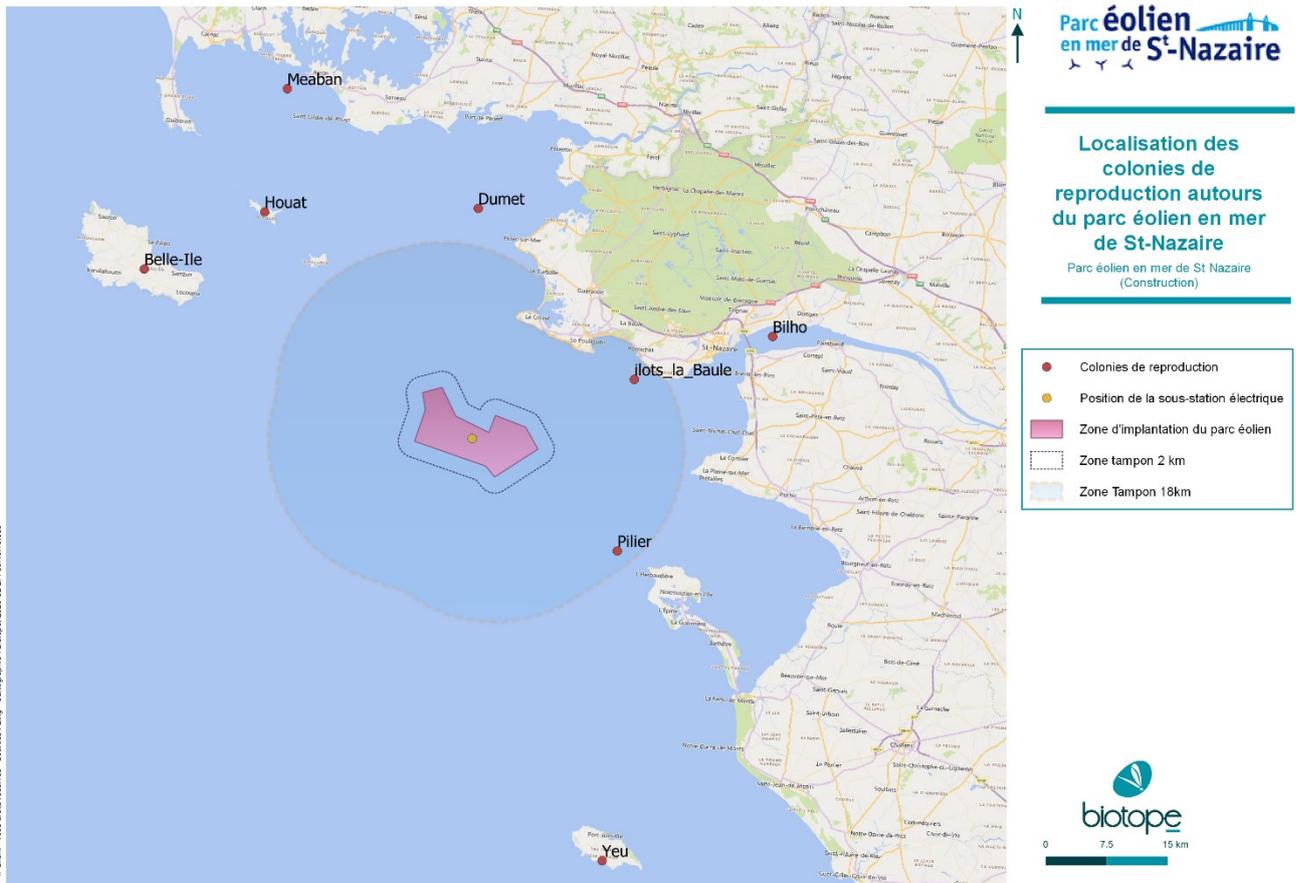


Figure 1. Nombre d'oiseaux marins reproducteur des différentes espèces de Goélands sur les sites de nidifications autour du parc éolien de Saint-Nazaire.

Les trois colonies naturelles les plus proches du parc éolien en mer de Saint-Nazaire sont suivies depuis de nombreuses années. Il s'agit des colonies sur l'île Dumet, sur le Banc de Bilho et sur l'île du Pilier (Carte 1), qui se sont toutes créées au cours du XXème siècle, avec la première nidification de Goéland argenté en 1920 sur l'île Dumet, en 1976 sur l'île du Pilier et en 1982 sur le banc de Bilho (Dubois et al, 1988). Les trois colonies ont toutes connu une forte croissance de leurs populations de goélands (toutes espèces confondues) entre 1970 et le début des années 2000 en fonction des colonies, L'installation et la forte croissance observées entre ces années s'expliquent en grande partie par la hausse des ressources alimentaires d'origine anthropique. En effet, suite à la multiplication de ressources alimentaires d'origine humaine, les goélands ont étendu leurs activités de recherche alimentaire (à base de déchets de pêche, de décharges à ciel ouvert). Cette nouvelle source d'alimentation permettait, entre autres, une bonne prévisibilité spatio-temporelle puisque les ressources alimentaires étaient présentes toute l'année et au même endroit (Pons, 1994). A partir des années 2000, la tendance c'est inversée avec un diminution très nettement marquée de ces colonies. L'effectif de goélands a diminué de moitié pour les colonies de l'île de Pilier et de l'estuaire entre le maximum et le minimum de couples comptabilisés (estuaire : 4000 couples en 1999 / 1913 couples en 2011, île du Pilier : 1815 couples en 2006 / 913 couples en 2011). Elle est encore plus marquée et plus précoce pour la colonie de l'île Dumet où l'effectif est passé de plus de 7000 couples en 1993 à seulement 89 en 2000, soit une diminution de -98%. La chute des populations s'explique par des facteurs anthropiques. En effet, la fermeture des décharges à ciel ouvert et la diminution de l'activité de la pêche professionnelle ont engendré une raréfaction des ressources alimentaires directement et facilement accessibles. De plus, la fréquentation de l'île Dumet, de l'île du Pilier et du banc de Bilho perturbe évidemment la reproduction de ces espèces (bateaux amarrés de longues heures, campements...). La prédation des juvéniles, non volants, par les rats est aussi non négligeable, notamment sur le banc de Bilho. Enfin, l'augmentation de la prédation des œufs, par le Goéland marin en particulier, semble être une autre cause à ce déclin, d'autant plus que le Goéland marin est la seule espèce à s'accroître durant ces dernières années (Cadiou and Yesou, 2006). Sur l'île Dumet, la tendance démographique à la baisse a en plus été fortement accentuée du fait de l'introduction du Renard roux en 1997. Malheureusement, bien que certaines causes identifiées soient traitées (dératisation sur le banc de Bilho, fermeture de Dumet jusqu'au 15 juillet, sensibilisation multiples...), les effectifs de Goélands argentés et bruns continuent à diminuer sur l'ensemble de ces sites.



Carte 1. Localisation des colonies de reproductions autour du parc éolien en mer de St-Nazaire.

A ce jour, le développement des colonies de goélands nicheurs en milieu urbain n'est pas quantifié. Bien que l'ensemble des communes littorales soit concerné par la reproduction du Goéland argenté sur les bâtiments, l'évaluation des effectifs n'est pas simple à mettre en place. En Pays de la Loire, les premiers cas de nidifications urbaines de Goéland argenté se situent aux Sables-d'Olonne (1987), à Saint Gilles Croix de Vie (1996) et sur la presqu'île Guérandaise (fin 1990). Dans le secteur des Sables d'Olonne, l'effectif est passé de 30 couples en 1988 à 380 en 1998 (Yésou, 2002). En 2017, celui-ci a encore augmenté puisqu'il était estimé à 3000 couples (CSRPN, 2017).

L'année 2022 a été marquée par une épidémie de grippe aviaire sans précédent sur les populations d'oiseaux marins. Cette épidémie est arrivée par le Nord de l'Europe et a atteint les colonies au sud de la Bretagne plus tardivement, après la période de nidification. Sur la zone d'influence du parc, aucune surmortalité sur les colonies n'est observée pendant la nidification (contrairement à certaines colonies du nord de la France). Cependant, les laridés, et particulièrement les goélands (et le Fou de Bassan) ont connu une très forte mortalité durant l'été lors de la phase de dispersion des jeunes et des adultes. La réponse démographique à cette crise ne sera connue que lors des comptages des colonies de reproduction en 2023.

Enfin, il est possible de souligner aussi une très faible productivité pour les goélands en milieu naturel en 2022. En effet, les conditions météorologiques du printemps et particulièrement les vagues de chaleurs de juin à juillet, ont conduit à une très forte mortalité des jeunes sur les colonies et ont empêché toute tentative de ponte de remplacement. Cette très faible productivité ne sera perceptible en démographie qu'à partir de 2026 quand les premiers jeunes de ce millésime devraient revenir nicher sur les colonies.

1.6.1.2.2. Zones de recherche alimentaire des goélands

Omnivores et opportunistes, on retrouve les Goélands argenté, brun et marin en recherche alimentaire aussi bien sur le littoral qu'à l'intérieur des terres. Profitant potentiellement des déchets rejetés par les bateaux de pêches, ils s'aventurent plus ou moins en haute mer ; le Goéland marin est nettement plus pélagique que le Goéland argenté. Ces espèces peuvent parcourir

de grandes distances depuis leurs colonies pour leur recherche alimentaire, jusqu'à une soixantaine de kilomètres pour le Goéland argenté, plus de 100 km pour le Goéland brun (Thaxter et al., 2012).

1.6.1.2.3. Retours d'expérience sur la sensibilité générale documentée au regard des effets de la phase de construction

Le tableau suivant fournit, de façon indicative, une synthèse des principaux retours d'expérience (REX) quant à la sensibilité aux effets en phase de construction documentés à partir de la bibliographie d'Europe du Nord-ouest, pour les espèces de goélands observées localement. Il ne s'agit pas d'une évaluation des impacts du parc éolien en mer de Saint-Nazaire mais d'une synthèse bibliographique générale à jour.

Tableau 4. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour les goélands.

Espèces	Effet	Sensibilité générale				
		Tolérance	Résilience	Niveau final		
<i>Laridés</i>						
Goéland argenté	Modification d'habitat / Déplacement <i>en phase de construction</i>	Forte	<p>Espèce très peu dérangée par les activités nautiques. Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes comme faible, et par les navires et les hélicoptères comme très faible (réponse de fuite limitée, espèce dérangée si approchée à très courte distance).</p>	Forte	<p>La présence de l'espèce en mer est principalement liée à l'activité de pêche ce qui induit une forte flexibilité. Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme très forte (recherche alimentaire sur de grandes aires marines et peu associée à des caractéristiques précises). Vanermen et al. (2013) ont observé des effectifs plus élevés pendant la construction. Les résultats des suivis de différents parcs éoliens indiquent soit qu'il y a une augmentation de l'abondance ou pas de différence (Welcker and Nehls, 2016).</p>	Nulle à négligeable
Goéland brun		Forte	<p>Espèce très peu dérangée par les activités nautiques. Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes comme faible et par les navires et les hélicoptères comme très faible (réponse de fuite limitée et dérangée si approchée à très courte distance).</p>	Forte	<p>La présence de l'espèce en mer est principalement liée à l'activité de pêche ce qui induit une forte flexibilité. Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme très forte (recherche alimentaire sur de grandes aires marines et peu associée à des caractéristiques précises). Une étude GPS ne montre pas de déplacement ou d'attraction significatifs (Cook et al., 2018). Les résultats des suivis de différents parcs éoliens indiquent soit qu'il y a une augmentation de l'abondance ou pas de différence (Welcker and Nehls, 2016).</p>	Nulle à négligeable
Goéland cendré		Forte	<p>Espèce très peu dérangée par les activités nautiques. Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes, par les navires et les hélicoptères comme faible.</p>	Forte	<p>La présence de l'espèce en mer est principalement liée à l'activité de pêche ce qui induit une forte flexibilité. Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme forte. Vanermen et al. (2013) ont observé des effectifs plus élevés pendant la construction. 5 études montrent qu'il n'y a pas de différences d'abondance avant et après construction (Leopold et al., 2011; Welcker and Nehls, 2016).</p>	Nulle à négligeable
Goéland leucopnée		Forte	<p>Espèce très peu dérangée par les activités nautiques et les éoliennes en mer.</p>	Forte	<p>La présence de l'espèce en mer est principalement liée à l'activité de pêche ce qui induit une forte flexibilité.</p>	Nulle à négligeable
Goéland marin		Forte	<p>Espèce très peu dérangée par les activités nautiques. Wade (2015) évalue le</p>	Forte	<p>La présence de l'espèce en mer est principalement liée à l'activité de pêche ce qui</p>	Nulle à négligeable

		déplacement par les structures des éoliennes comme faible et par les navires et les hélicoptères comme très faible (réponse de fuite limitée, espèce dérangée si approchée à très courte distance).	induit une forte flexibilité. Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme forte. Vanermen et al. (2013) ont observé des effectifs plus élevés pendant la construction. Les résultats des suivis de différents parcs éoliens indiquent soit qu'il y a une augmentation de l'abondance ou pas de différence (Welcker and Nehls, 2016).	
--	--	---	--	--

1.6.1.3 Mouettes

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

- la Mouette de Sabine (strictement migratrice) ;
- la Mouette mélanocéphale ; (nicheuse locale) ;
- la Mouette pygmée (strictement migratrice) ;
- 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).

1.6.1.3.1. Données concernant la période de reproduction

La **Mouette mélanocéphale** est très présente dans le nord du golfe de Gascogne avec près de la moitié de la population nationale et plus de 80 % de l'effectif Manche-Atlantique. L'effectif recensé en 2009-2012 est de 2 333 couples uniquement localisés en Vendée, notamment sur l'île de Noirmoutier. Ces effectifs vendéens étaient d'environ 4 400 couples en 2020 et seulement de 2 600 couples en 2021 sur la lagune de Bouin et le Polder du Sébastopol (données Périscope). Des colonies sont également présentes en Loire-Atlantique au niveau du lac de Grand-Lieu et en Brière (8 à 42 couples entre 2009 et 2012 ; Vannucci et Marty, 2014). Il semble que récemment l'espèce ne se reproduit en nombre uniquement sur le lac de Grand Lieu avec 99 couples en 2020 et 52 couples en 2021 (Reeber, 2022).

Il est admis que l'espèce peut parcourir jusqu'à 20 km pour atteindre ses sites d'alimentation à partir des colonies de reproduction (Thaxter et al., 2012).

L'aire d'étude immédiate est située en dehors de la zone théorique de recherche alimentaire des individus reproducteurs de Brière et de l'île de Noirmoutier.

La **Mouette rieuse niche**, entre autres, dans les marais littoraux et intérieurs. Les colonies régionales sont majoritairement présentes au lac de Grand-Lieu (environ 1 200 couples et jusqu'à 1 759 couples en 2020 ; Reeber, 2022), en Brière (800-900 couples) et sur le polder Sébastopol sur l'île de Noirmoutier (plus de 550 couples en 2014 et 2015 ; Maillard, 2014 et entre 360 et 520 en 2020 et 2021 ; données Périscope).

Il est admis que l'espèce peut parcourir jusqu'à 25 km pour atteindre ses sites d'alimentation à partir des colonies de reproduction (Thaxter et al., 2012).

L'aire d'étude immédiate est située en limite de la zone théorique de recherche alimentaire des individus reproducteurs la Brière.

1.6.1.3.2. Données en période internuptiale

En Atlantique, les densités de **Mouette tridactyle** semblent surtout élevées en zone océanique, mais l'espèce est fréquente sur le talus continental du golfe (Pettex et al., 2014 ; Dorémus et al., 2010 & 2011a). Des concentrations notables peuvent être observées près de la côte, en baie de Vilaine, au début de la période d'hivernage, les oiseaux se déplaçant ensuite plus au sud, jusqu'au large de l'île d'Oléron (Hémery, 2009b), plutôt dans les zones profondes (50 à 100 m). A noter que l'automne 2022 a vu un afflux important de cette espèce sur les côtes et dans les terres en raison des conditions météorologiques défavorables en haute mer.

Concernant la **Mouette pygmée**, les campagnes d'observation SAMM semblent indiquer que la façade Atlantique n'est pas le secteur métropolitain où les densités sont les plus importantes (mais des variations interannuelles importantes sont

connues pour cette espèce). L'espèce semble plus abondante en Manche et surtout en Méditerranée (Pettex et al., 2014). Cependant, sur la façade Atlantique, le secteur compris entre le Morbihan et la Vendée est l'une des trois principales zones de stationnement de l'espèce en fin d'hiver et début de printemps (Siblet, 2009), avec la pointe du Raz et le large de l'estuaire de la Gironde. Cette espèce, de répartition hauturière, se rapproche des côtes par conditions météorologiques défavorables.

1.6.1.3.3. Retours d'expérience sur la sensibilité générale documentée au regard des effets de la phase de construction

Le tableau suivant fournit, de façon indicative, une synthèse des principaux retours d'expérience quant à la sensibilité aux effets en phase de construction documentés à partir de la bibliographie d'Europe du Nord-ouest, pour les espèces de mouettes observées localement. Il ne s'agit pas d'une évaluation des impacts du parc éolien en mer de Saint-Nazaire mais d'une synthèse bibliographique générale à jour.

Tableau 5. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour les mouettes.

Espèces	Effets	Sensibilité générale		
		Tolérance	Résilience	Niveau final
<i>Laridés</i>				
Mouette mélanocéphale	Modification d'habitat / Déplacement	Forte Espèce non affectée par l'effet barrière.	Moyenne Peu de retours d'expériences spécifiques. Constat pour les Laridés : English et al. (2017) montrent qu'ils ont un taux de macro-évitement de 18% autour du parc Egmond aan Zee. Le niveau de résilience est évalué pareillement que les autres espèces de mouettes..	Nulle à négligeable
Mouette pygmée		Moyenne Les retours d'expériences sur la Mouette pygmée sont mitigés avec un macro-évitement rapporté pour certains parcs et pas d'effet barrière dans d'autres ((Cook et al., 2012; Krijgsveld et al., 2015; Leopold et al., 2011; Lüdeke, 2015; Vanermen et al., 2019).	Moyenne Vanermen et al. (2019) ont publié les résultats finaux du déplacement des espèces à ThorntonBank et BlighBank. Après 6 ans d'exploitation, un évitement du parc est reporté avec une attraction pour les abords du parc (fonction reposoir). Krijgsveld et al. (2011) rapportent que l'abondance relative est plus forte dans le parc Egmond aan Zee qu'à l'extérieur : 59% à l'intérieur vs 36% à l'extérieur mais qu'il y a quand même un taux de macro-évitement de 18%	Faible
Mouette rieuse		Moyenne Peu sensible à l'effet barrière. Bien que l'espèce soit observée dans le parc, Krijgsveld et al. (2011) concluent qu'il y a un assez fort évitement.	Moyenne Peu de retours d'expériences spécifiques. Constat pour les Laridés : English et al. (2017) montrent qu'ils ont un taux de macro-évitement de 18% autour du parc Egmond aan Zee. Le niveau de résilience est évalué pareillement que les autres espèces de mouettes.	Faible
Mouette tridactyle		Moyenne L'espèce est très peu perturbée par la présence d'éoliennes en mer et les navires (Wade, 2015) Pas de macro-évitement observé par Leopold (2011).	Moyenne Vanermen et al. (2019) indiquent que l'espèce est observée dans le parc ThorntonBank avec 1% des individus observés sur les fondations des turbines. English et al (2017) montrent que les laridés ont un taux de macro-évitement de 18% dans le parc Egmond aan Zee. Le projet ORJIP rapporte un taux de macro-évitement de l'espèce de 56,6%, de méso évitement de 91,6% à Thanet ((Skov et al., 2018).	Faible

Mouette de Sabine		Pas d'information	Pas d'information	Pas d'information
-------------------	--	-------------------	-------------------	-------------------

1.6.1.4 Sulidés

Ce groupe comporte une espèce observée sur l'ensemble de la zone étudiée : le **Fou de Bassan**. Cette espèce est observée toute l'année sur la façade Atlantique, mais ne se reproduit pas localement. Les colonies les plus proches sont situées au nord de la Bretagne et l'essentiel des populations européennes se reproduisent dans les îles britanniques.

Au même titre que les goélands, le Fou de Bassan a été fortement affecté par l'épidémie de grippe aviaire en 2022. Les conséquences des surmortalités importantes constatées sur la dynamique de la population européenne de cette espèce ne pourront être appréhendées qu'au plus tôt suite à la période de reproduction 2023.

1.6.1.4.1. Retours d'expérience sur la sensibilité générale documentée au regard des effets de la phase de construction

Le tableau suivant fournit, de façon indicative, une synthèse des principaux retours d'expérience quant à la sensibilité aux effets en phase de construction documentés à partir de la bibliographie d'Europe du Nord-ouest sur le Fou de Bassan. Il ne s'agit pas d'une évaluation des impacts du parc éolien en mer de Saint-Nazaire mais d'une synthèse bibliographique générale à jour.

Tableau 6. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour le Fou de Bassan.

Espèces	Effet	Sensibilité générale		
		Tolérance	Résilience	Niveau final
<i>Sulidés</i>				
Fou de Bassan	Modification d'habitat / Déplacement <i>en phase de construction</i>	Faible	Faible	Moyenne
		Fort évitement des parcs éoliens (Bradbury et al., 2014; Furness, 2013). Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes comme forte et par les navires et les hélicoptères comme très faible (réponse de fuite limitée et dérangée si approchée à très courte distance). Vanermen and Stienen (2009) ont comparé la densité des 3 années de pré construction à la première année de construction à Thorntonbank (Belgique) et ont observés une diminution de 43% dans le parc et de 2% dans la zone de contrôle. Bien que la densité ait diminuée de moitié, quelques individus ont été observés volant dans le parc.	Il y a des différences d'effectifs avant et après construction dans plusieurs parcs (Leopold et al., 2011; Stenhouse et al., 2020). 6 études sur 8 montrent que l'abondance du Fou de Bassan est significativement plus faible avec un déplacement jusqu'à 3 km maximum ((Welcker and Nehls, 2016). Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme très forte (recherche alimentaire sur de grandes aires marines et peu associée à des caractéristiques précises).	

1.6.1.5 Procellariidés

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

- Fulmar boréal (peu commun localement, hivernage, migration pré-nuptiale)
- Puffin des Anglais (nicheur <70km, rare)
- Puffin des Baléares (migration post-nuptiale)
- Puffin fuligineux (migration pré-nuptiale)

1.6.1.5.1. Données concernant la période de nidification

Le **Fulmar boréal** est un nicheur rare dans le nord du golfe de Gascogne. Les falaises littorales de Belle-Île, de l'île de Groix et du cap Sizun sont les seules localités où l'espèce est recensée comme nicheuse dans la zone d'analyse (nord du golfe de

Gascogne). Sur la zone du Golfe de Gascogne Nord, on dénombre environ 370 couples nicheurs (GISOM com. pers.), dont les plus proches populations sont situées sur Belle-île et l'île de Groix. En 2020, 12 couples sont recensés sur l'île de Groix et entre 12 et 20 sur Belle-Ile (données Périscope).

Dans le Golfe de Gascogne, les connaissances sur la reproduction du **Puffin des Anglais** n'ont pas tellement évolué depuis 2014. En effet, le Puffin des Anglais ne s'y reproduit que dans l'archipel de Houat avec un à trois couples en 2017 et 2018 (Cadiou et al., 2014 et 2019) et un seul terrier occupé en 2022 (données Périscope).

1.6.1.5.2. Présence en période de migration

Le **Puffin des Baléares** est une espèce très menacée au niveau mondial (classée en danger critique d'extinction par l'UICN), pour laquelle la zone côtière du nord du golfe de Gascogne joue un rôle important en période de migration, à partir du mois d'août (Yésou & Le Mao, 2009 ; Boué & Dalloyau, 2013). Une part très importante de la population mondiale (estimée à 25 000 individus selon Arcos et al., 2012), sans doute au moins 20 à 30 %, transite par les côtes du nord du golfe de Gascogne (Yésou et Thébault, 2013 ; Thébault et Yésou, 2014). Ces transits concernent à la fois des déplacements vers des sites de rassemblements postnuptiaux dans le nord du golfe de Gascogne, en Manche ou mer du Nord mais également, et principalement, des mouvements de retour vers les colonies de reproduction de la Méditerranée (Yésou & Le Mao, 2009 ; Fortin et al., 2013 ; Boué & Dalloyau, 2013 ; Fortin et al., 2014). Les zones d'estivage de l'espèce semblent se déplacer plus au nord (nord Bretagne et Manche notamment), sans doute en raison de l'accroissement de la température des eaux de surface (Yésou & Thébault, 2012). Néanmoins, les dernières analyses montrent que le secteur du Mor Braz est attractif durant toute la période de présence de l'espèce en Manche-Atlantique (Le Bras et al., 2019).

Le **Puffin fuligineux** est une espèce nicheuse australe présente dans les eaux du golfe de Gascogne uniquement durant sa migration pré-nuptiale vers ses zones de reproduction. Cette espèce est rare dans la partie nord du golfe de Gascogne et fréquente des fonds de 50 à 100 m.

Le **Fulmar boréal** présente une aire de reproduction très étendue dans les zones côtières du nord-ouest de l'Europe qui comprennent environ 50% des zones de reproduction de l'espèce. Nicheur rare sur les falaises littorales françaises (Manche), il est en revanche plus fréquent en tant que migrateur ou en hivernage. En période migratoire, l'espèce est présente dans le golfe de Gascogne d'octobre à mai avec un pic en avril au moment de la migration pré-nuptiale.

1.6.1.5.3. Retours d'expérience sur la sensibilité générale documentée au regard des effets de la phase de construction

Le tableau suivant fournit, de façon indicative, une synthèse des niveaux de tolérance et de résilience à l'échelle des effets d'un parc éolien en phase de construction, et non pas de tolérance ou de résilience en générale, à l'échelle de l'état de conservation des populations. Cette synthèse est documentés à partir de la bibliographie d'Europe du Nord-ouest, pour les espèces de procellariidés observées localement. Il ne s'agit pas d'une évaluation des impacts du parc éolien en mer de Saint-Nazaire mais d'une synthèse bibliographique générale à jour. Il n'existe à ce jour aucun REX publié pour le Puffin des Baléares. Les éléments présentés pour le puffin des Baléares se basent sur des hypothèses, tenant compte des retours d'expérience sur des espèces écologiquement proches, tel que le Puffin des Anglais. Ces éléments sont indicatifs. Les suivis des futurs parcs éoliens en mer en Atlantique permettront de disposer de retours d'expérience à moyen terme

Tableau 7 Tableau de synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour les *Procellariidés*.

Espèces	Effet	Sensibilité générale		
		Tolérance	Résilience	Niveau final
<i>Procellariidés</i>				
Fulmar boréal	Modification d'habitat / Déplacement <i>en phase de construction</i>	Moyenne		Faible
		Espèce attirée par la luminosité, avec une tendance à suivre les bateaux de pêche de nuit. Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes, par les navires et les hélicoptères comme très faible (réponse de fuite limitée, risque de dérangement minimal et espèce dérangée si approchée à très courte distance).	La présence de l'espèce en mer est principalement liée à l'activité de pêche ce qui induit une forte flexibilité. Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme très forte (recherche alimentaire sur de grandes aires marines et peu associée à des caractéristiques précises). Bradbury et al. (2014) estiment la vulnérabilité de la population au risque de déplacement très faible dans les	

			eaux anglaises Aucun retour d'expérience concret n'existe et par principe de précaution, la résilience est évaluée comme moyenne.	
Puffin des Baléares		Moyenne Les études sur les puffins des anglais semblent indiquer un macro-évitement de la zone de construction (Canning et al., 2013). Nous émettons l'hypothèse que cela puisse être pareil pour le Puffin des Baléares. Aucun retour d'expérience n'existe et par principe de précaution, la Tolérance est évaluée comme moyenne.	Moyenne Flexible dans l'habitat d'alimentation et très dépendant de la localisation de ses proies. Bradbury et al. (2014) estiment la vulnérabilité de la population au risque de déplacement très faible dans les eaux anglaises. Aucun retour d'expérience n'existe et par principe de précaution, la résilience est évaluée comme moyenne.	Moyenne
Puffin des Anglais		Forte Peu dérangée les activités nautiques. Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes, par les navires et les hélicoptères comme très faible (réponse de fuite limitée, risque de dérangement minimal et espèce dérangée si approchée à très courte distance).	Moyenne Flexible dans l'habitat d'alimentation. Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme très forte (recherche alimentaire sur de grandes aires marines et peu associée à des caractéristiques précises). Bradbury et al. (2014) estiment la vulnérabilité de la population au risque de déplacement très faible dans les eaux anglaises. Aucun retour d'expérience n'existe et par principe de précaution, la résilience est évaluée comme moyenne.	Nulle à négligeable
Puffin fuligineux		Forte Peu dérangée les activités nautiques. Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes, par les navires et les hélicoptères comme très faible (réponse de fuite limitée, risque de dérangement minimal et espèce dérangée si approchée à très courte distance).	Moyenne Flexible dans l'habitat d'alimentation. Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme très forte (recherche alimentaire sur de grandes aires marines et peu associée à des caractéristiques précises). Bradbury et al. (2014) estiment la vulnérabilité de la population au risque de déplacement très faible dans les eaux anglaises. Aucun retour d'expérience n'existe et par principe de précaution, la résilience est évaluée comme moyenne.	Nulle à négligeable

1.6.1.6 Océanites

Ce groupe comporte une espèce observée sur l'ensemble de la zone étudiée : l'**Océanite tempête**. Cette espèce est nicheuse locale rare (Morbihan) et principalement observée en période internuptiale (été et automne).

Bien que peu commune, il faut également noter la présence ponctuelle d'Océanite culblanc, espèce fréquentant habituellement la haute mer, lors d'épisodes météorologiques particuliers (coups de vent importants et prolongés).

1.6.1.6.1. Données concernant la reproduction

L'Océanite tempête est un oiseau nicheur que l'on rencontre principalement en Bretagne lors de la nidification. En effet, hormis une quarantaine de couples en Méditerranée (Cadiou et al., 2014), l'intégralité de la population atlantique niche dans les environs de la pointe bretonne, dont plus de mille couples sont dénombrés en 2016 (Cadiou et al., 2017). Sur la zone d'étude, l'espèce semble plutôt en augmentation avec entre 25 et 27 couples en 2022 dans l'archipel de Houat (données Périscope).

1.6.1.6.2. Données concernant la période internuptiale

De juillet à novembre, les plus importantes densités d'Océanite tempête du golfe de Gascogne se trouvent dans la zone productive (densité de proies) du bord du plateau continental située entre le Mor Braz, l'île de Noirmoutier et l'île d'Yeu, avec un pic de fréquentation en septembre et octobre (Hémery, 2009). Les prospections menées dans le cadre de l'état initial du parc éolien du Banc de Guérande avaient conduit à estimer qu'en été, au moins 4 000 individus peuvent stationner entre le

large de la presqu'île Guérandaise et le large de Noirmoutier et que cette population atteint probablement les 7 000 individus à l'automne, au large de Noirmoutier (Fortin et al., 2014), ce qui confirme les données publiées en 2009.

1.6.1.6.1. Retours d'expérience sur la sensibilité générale documentée au regard des effets de la phase de construction

Le tableau suivant fournit, de façon indicative, une synthèse des principaux retours d'expérience quant à la sensibilité aux effets en phase de construction documentés à partir de la bibliographie d'Europe du Nord-ouest, pour les espèces d'océanites observées localement. Il ne s'agit pas d'une évaluation des impacts du parc éolien en mer de Saint-Nazaire mais d'une synthèse bibliographique générale à jour.

Tableau 8 Tableau de synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour les *Océanites*.

Espèces	Effet	Sensibilité générale		
		Tolérance	Résilience	Niveau final
<i>Océanites</i>				
Océanite tempête	Modification d'habitat / Déplacement	Forte Espèce pélagique rarement associée aux bateaux de pêches. Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes, par les navires et les hélicoptères comme très faible (réponse de fuite limitée, risque de dérangement minimal et espèce dérangée si approchée à très courte distance).	Forte La présence de l'espèce en mer est principalement liée à la présence de proies ce qui induit une forte flexibilité. Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme très forte (recherche alimentaire sur de grandes aires marines et peu associée à des caractéristiques précises). Bradbury et al. (2014) estiment la vulnérabilité de la population au risque de déplacement très faible dans les eaux anglaises.	Nulle à négligeable
Océanite à culblanc	<i>en phase de construction</i>	Forte Espèce pélagique rarement associée aux bateaux de pêches. Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes, par les navires et les hélicoptères comme très faible (réponse de fuite limitée, risque de dérangement minimal et espèce dérangée si approchée à très courte distance).	Forte La présence de l'espèce en mer est principalement liée à la présence de proies ce qui induit une forte flexibilité. Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme très forte (recherche alimentaire sur de grandes aires marines et peu associée à des caractéristiques précises). Bradbury et al. (2014) estiment la vulnérabilité de la population au risque de déplacement très faible dans les eaux anglaises.	Nulle à négligeable

1.6.1.7 Alcidés

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

- Le Guillemot de Troïl (migration, hivernage) ;
- Le Pingouin Torda (migration, hivernage) ;
- Et le Macareux moine (migration, hivernage)

Pour la famille des alcidés en général (Guillemot de Troïl, Pingouin torda, Macareux moine), les campagnes hivernales SAMM ont montré que les principales concentrations du golfe de Gascogne se trouvaient entre le Morbihan et l'estuaire de la Gironde (Pettex et al., 2014). Même si d'importantes concentrations ont également été notées en Manche et mer du Nord, cette partie de la façade Atlantique joue donc un rôle essentiel pour la conservation des alcidés, avec probablement au moins 100 000 oiseaux hivernants.

1.6.1.7.1. Données concernant la reproduction

Le Guillemot de Troïl et le Pingouin torda sont largement présents, en période de reproduction, sur les côtes ouest et nord de l'Europe notamment au France et en Islande. **Bien que communes à l'échelle européenne, ces deux espèces sont des nicheurs en France (nord Bretagne).**

1.6.1.7.2. Données concernant la période interuptiale

A l'échelle locale, les eaux du Mor Braz, de l'estuaire externe de la Loire ainsi que des côtes vendéennes constituent des sites d'hivernage notables pour le Pingouin torda et le Guillemot de Troïl (LPO 44, 1998).

La zone d'étude semble un peu à l'écart des zones de plus forte densité de Guillemot de Troïl, qui ont été identifiés au large de la Vendée (ouest et sud de l'île d'Yeu jusqu'au large de la Charente-Maritime), cependant, l'espèce fréquente certainement l'aire d'étude considérée en effectifs probablement faibles. Le Pingouin torda est moins fréquent localement que le Guillemot (Castège & Hémerly, 2009).

1.6.1.7.3. Retours d'expérience sur la sensibilité générale documentée au regard des effets

de la phase de construction

Le tableau suivant fournit, de façon indicative, une synthèse des principaux retours d'expérience au regard des effets en phase de construction documentés à partir de la bibliographie d'Europe du Nord-ouest, pour les espèces d'alcidés observées localement. Il ne s'agit pas d'une évaluation des impacts du parc éolien en mer de Saint-Nazaire mais d'une synthèse bibliographique générale à jour.

Tableau 9. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour les alcidés.

Espèces	Effet	Sensibilité générale		
		Tolérance	Résilience	Niveau final
<i>Alcidés</i>				
Guillemot de Troïl	Modification d'habitat / Déplacement <i>en phase de construction</i>	Nulle à négligeable Espèce sensible aux activités humaines en mer (fuite) avec diminution des effectifs pendant les travaux (Vanermen et al., 2013). Des diminutions d'effectifs ont été observées pendant la construction d'autres parcs (Robin Rigg et Torntonbank) mais ne seraient pas attribuées aux travaux (Vallejo et al., 2017 ; Vanermen and Stienen, 2009). Diminution de la densité dans un rayon de 4 à 9 km des parcs éoliens (Lüdeke, 2015 ; Peschko et al., 2020a, 2020b; Vanermen et al., 2019, 2017, 2015; Welcker and Nehls, 2016). Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes comme fort et par les navires et les hélicoptères comme moyen.	Faible 7 études sur 9 montrent que l'abondance des alcidés est significativement plus faible avec un déplacement jusqu'à 4 km maximum (Welcker and Nehls, 2016). Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme moyenne. Aucune accoutumance sur du long terme n'a été observée dans les retours d'expériences.	Forte
Pingouin torda		Nulle à négligeable Espèce sensible aux activités humaines en mer (fuite) avec diminution des effectifs pendant les travaux (Vanermen et al., 2013). Un déclin significatif de la densité a été observé entre les phases de pré construction et construction, jusqu'à 4 km des parcs de la zone Outer Thames (APEM, 2016). Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes comme fort et par les navires et les hélicoptères comme moyen.	Faible 7 études sur 9 montrent que l'abondance des alcidés est significativement plus faible avec un déplacement jusqu'à 4 km maximum (Welcker and Nehls, 2016). Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme moyenne. Aucune accoutumance sur du long terme n'a été observée dans les retours d'expériences.	Forte
Macareux moine		Nulle à négligeable Espèce sensible aux activités humaines en mer (fuite). Un déclin significatif de la densité a été observé entre les phases de pré construction et construction, jusqu'à 4 km des parcs de la zone Outer Thames (APEM, 2016). Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes, par les navires et les hélicoptères comme moyen.	Faible 7 études sur 9 montrent que l'abondance des alcidés est significativement plus faible avec un déplacement jusqu'à 4 km maximum (Welcker and Nehls, 2016). Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme moyenne. Aucune accoutumance sur du long terme n'a été observée dans les retours d'expériences.	Forte

1.6.1.8 Stercorariidés

Ce groupe contient 2 espèces observées régulièrement sur l'ensemble de la zone étudiée :

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

Et deux autres espèces de labbes observés uniquement pendant l'état initial :

- le Labbe à longue queue,
- le Labbe pomarin

Les labbes sont des oiseaux kleptoparasites qui se nourrissent exclusivement en harcelant les autres oiseaux de mer (sternes, mouettes, goélands en particulier) afin que ceux-ci abandonnent leurs proies

1.6.1.8.1. Données concernant la reproduction

Les colonies de reproduction se trouvent dans le nord de l'Europe, variant en fonction des espèces entre le nord de l'Irlande et le nord de la Russie et jusqu'au Svalbard et au Groenland.

1.6.1.8.2. Données concernant la période internuptiale

Sur la zone étudiée, les labbes sont observés en période de migration et d'hivernage principalement, même si des individus non nicheurs peuvent également être notés en été.

1.6.1.8.3. Retours d'expérience sur la sensibilité générale documentée au regard des effets de la phase de construction

Le tableau suivant fournit, de façon indicative, une synthèse des principaux retours d'expérience au regard des effets en phase de construction documentés à partir de la bibliographie d'Europe du Nord-ouest, pour les espèces de Labbes observées localement. Il ne s'agit pas d'une évaluation des impacts du parc éolien en mer de Saint-Nazaire mais d'une synthèse bibliographique générale à jour. Très peu de données sont disponibles pour cette espèce.

Tableau 10. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour les *alcidés*.

Espèces	Effet	Sensibilité générale		
		Tolérance	Résilience	Niveau final
<i>Stercorariidés</i>				
Grand Labbe	Modification d'habitat / Déplacement	Forte Effectifs plus élevés observé dans les parcs en construction (Vanermen et al., 2013)	Forte Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme forte.	Nulle à négligeable
Labbe parasite	<i>en phase de construction</i>	Pas d'information		

Labbe pomarin		Pas d'information	
---------------	--	-------------------	--

1.6.1.9 Sternidés

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

- La Sterne caugek (nicheuse locale, reproduction, postnuptiale) ;
- La Sterne pierregarin (nicheuse locale reproduction, postnuptiale) ;
- La Guifette noire (nicheuse rare, migration postnuptiale) ;
- La Sterne arctique (migratrice stricte) ;
- Et la Sterne naine (nicheuse >rayon d'alimentation théorique).

1.6.1.9.1. Données concernant la reproduction

La **Sterne caugek** est présente sur deux sites dans le nord du golfe de Gascogne : l'île de Noirmoutier et l'archipel des Glénan. Ces deux ensembles regroupent près d'un tiers des effectifs nationaux, soit plus de 2 500 couples. Il est admis que l'espèce peut couvrir jusque 49 km pour atteindre ses sites d'alimentation à partir des colonies de reproduction (Thaxter et al., 2012). L'aire d'étude immédiate est située au sein du rayon théorique de recherche alimentaire des nicheurs de la colonie de Noirmoutier mais hors de celui de la colonie des Glénan.

La **Sterne pierregarin** niche sur l'ensemble du littoral du nord du golfe de Gascogne. Les principales colonies sont localisées du golfe du Morbihan à l'ensemble Marais breton - île de Noirmoutier. Les Sternes pierregarins ont été régulièrement observées le long du littoral au cours de la saison de reproduction. L'espèce s'aventure généralement peu au large des côtes. La distance de recherche alimentaire admis pour cette espèce est de 33 km (Langston, 2010).

La **Guifette noire** est un nicheur localisé en Loire-Atlantique (Brière, Grand-Lieu). La Sterne naine se reproduit dans la vallée de la Loire, à plus de 100 km de la zone du parc éolien.

1.6.1.9.2. Données concernant la période internuptiale

Les sternes caugek et pierregarin sont fortement observées en période estivale et automnale (période d'élevage des jeunes et de dispersion des colonies). D'autres espèces peuvent être notées en migration, notamment la Sterne arctique lors de ses déplacements migratoires entre les pôles Nord et Sud, ainsi que la Guifette noire en période de migration postnuptiale.

1.6.1.9.3. Retours d'expérience sur la sensibilité générale documentée au regard des effets de la phase de construction

Le tableau suivant fournit, de façon indicative, une synthèse des principaux retours d'expérience quant à la sensibilité aux effets en phase de construction documentés à partir de la bibliographie d'Europe du Nord-ouest, pour les espèces de sternidés observées localement. Il ne s'agit pas d'une évaluation des impacts du parc éolien en mer de Saint-Nazaire mais d'une synthèse bibliographique générale à jour.

Tableau 11. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour les *sternidés*.

Espèces	Effet	Sensibilité générale		
		Tolérance	Résilience	Niveau final
<i>Sternidés</i>				
Guifette noire		Moyenne	Moyenne	Faible

		Espèce peu dérangée par les activités nautiques et humaines.	Welcker and Nehls (2016) concluent qu'il y a un déplacement significatif et les résultats des autres parcs montrent soit une diminution significative de l'abondance ou principalement pas de différence.	
Sterne arctique	Modification d'habitat / Déplacement <i>en phase de construction</i>	Moyenne Espèce peu dérangée par les activités nautiques et humaines. Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes, par les navires et les hélicoptères comme faible.	Moyenne Welcker and Nehls (2016) concluent qu'il y a un déplacement significatif et les résultats des autres parcs montrent soit une diminution significative de l'abondance ou principalement pas de différence. Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme moyenne.	Faible
Sterne caugek		Moyenne Espèce peu dérangée par les activités nautiques et humaines. Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes, par les navires et les hélicoptères comme faible. Harwood et al. (2017) ont également notés, autre qu'une diminution des effectifs pendant la construction, que de nombreux individus se reposaient sur les bouées de navigation ou sur les structures. L'activité d'alimentation de l'espèce est passée de 48% avant construction à 19% à la fin de la construction du parc. L'activité d'alimentation reste plus faible pendant la phase d'exploitation du parc, cependant, l'abondance totale reste inchangée.	Moyenne Welcker and Nehls (2016) concluent qu'il y a un déplacement significatif et les résultats des autres parcs montrent soit une diminution significative de l'abondance ou principalement pas de différence. Van Kooten et al. (2019) conclut que la perte d'habitat causée par la présence des parcs éoliens en mer aux Pays-Bas est négligeable sur la population. Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme moyenne.	Faible
Sterne naine		Moyenne Espèce peu dérangée par les activités nautiques et humaines. Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes, par les navires et les hélicoptères comme faible.	Moyenne Welcker and Nehls (2016) concluent qu'il y a un déplacement significatif et les résultats des autres parcs montrent soit une diminution significative de l'abondance ou principalement pas de différence. Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme faible.	Faible
Sterne pierregarin		Moyenne Espèce peu dérangée par les activités nautiques et humaines. Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes, par les navires et les hélicoptères comme faible.	Moyenne Welcker and Nehls (2016) concluent qu'il y a un déplacement significatif et les résultats des autres parcs montrent soit une diminution significative de l'abondance ou principalement pas de différence. Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme moyenne.	Faible

1.6.1.10 Cormorans

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

- Le Cormoran huppé (nicheur, sédentaire) ;
- Et le Grand cormoran (nicheur local : reproduction, présence annuelle)

1.6.1.10.1. Données concernant la reproduction

La population nicheuse de Cormoran huppé est majoritairement localisée en Bretagne qui regroupe près de 90 % des nicheurs du nord du golfe de Gascogne. La distribution spatiale de la population est répartie sur presque l'ensemble du sud de la Bretagne. L'archipel de Houat – Hoëdic concentre cependant la majorité de la population du nord du golfe de Gascogne.

Les populations nicheuses de Grand Cormoran « marin » du nord du golfe de Gascogne ont été recensées dans trois ensembles, le golfe du Morbihan, la ria d'Étel et le sud de la Vendée. Cette espèce se reproduit par ailleurs fortement en milieu continental.

1.6.1.10.2. Données concernant la période internuptiale

Le Grand Cormoran et le Cormoran huppé sont sédentaires ou presque dans le nord du golfe de Gascogne.

Les Grands Cormorans qui fréquentent le littoral du golfe de Gascogne en hiver sont essentiellement situés dans les secteurs de grandes baies et estuaires où les eaux peu profondes et la présence d'îlots rocheux leur conviennent. Aussi la rade de Lorient, la baie de Quiberon, la baie de Vilaine, une large zone autour de l'estuaire de la Loire et le secteur nord de Noirmoutier semblent accueillir la majorité des oiseaux du golfe de Gascogne. Les prospections récentes dans le nord du golfe de Gascogne ont confirmé l'importance locale des îles du Mor Braz (Fortin et al., 2014)

Le Cormoran huppé est presque sédentaire, mais en période internuptiale la population se disperse tout le long du littoral, du sud Finistère à l'île d'Yeu (Fortin, 2010). Les îles du Finistère et du Morbihan principalement, l'îlot du Pilier secondairement, principaux sites de reproduction, sont les secteurs les plus importants pour l'espèce à l'échelle du golfe (Debout, 2009).

1.6.1.10.3. Retours d'expérience sur la sensibilité générale documentée au regard des effets de la phase de construction

Le tableau suivant fournit, de façon indicative, une synthèse des principaux retours d'expérience quant à la sensibilité aux effets en phase de construction documentés à partir de la bibliographie d'Europe du Nord-ouest, pour les espèces de cormorans observées localement. Il ne s'agit pas d'une évaluation des impacts du parc éolien en mer de Saint-Nazaire mais d'une synthèse bibliographique générale à jour.

Tableau 12. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour les cormorans.

Espèces	Effet	Sensibilité générale		
		Tolérance	Résilience	Niveau final
<i>Phalacrocoracidés</i>				
Cormoran huppé	Modification d'habitat / Déplacement en phase de construction	Faible Espèce perturbée par les bateaux et a tendance à fuir. Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes comme très faible (réponse de fuite limitée, risque de dérangement minimal), et par les navires et les hélicoptères comme forte.	Moyenne Espèce considérée comme assez sensible à la perturbation en milieu marin (Humphreys et al., 2015). Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme moyenne.	Faible
		Faible Espèce perturbée par les bateaux et a tendance à fuir. Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes comme très faible (réponse de fuite limitée, risque de dérangement minimal), et par les navires et les hélicoptères comme forte.	Moyenne Espèce considérée comme assez sensible à la perturbation en milieu marin (Humphreys et al., 2015). Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme moyenne. Sur le parc éolien côtier de Blyth Harbour (UK), l'espèce semble avoir été perturbée par les travaux de construction avant de revenir lors de l'exploitation du parc (Langston and Pullan, 2003). Dans le parc Egmond aan Zee (Pays-Bas), les individus sont observés volant, nageant, s'alimentant et se reposant sur les structures des fondations (Leopold et al., 2011).	
Grand Cormoran				Faible

1.6.1.11 Anatidés

Ce groupe comporte de nombreuses espèces présente près du littoral, seule la Macreuse noire (migratrice) est observée régulièrement en mer.

1.6.1.11.1. Données concernant la reproduction

Parmi les anatidés, les marais de Brière et milieux arrière-littoraux du nord Vendée accueille de nombreuses espèces en reproduction, notamment Canard colvert, Canard souchet, Canard pilet, Tadorne de Belon, Sarcelle d'été... Ces espèces ne s'aventurent pas en mer.

1.6.1.11.2. Données concernant la période internuptiale

Le nord du golfe de Gascogne accueille ainsi, selon les années, entre 30 et 50 % des limicoles et anatidés hivernants en France et en particulier :

- entre 40 et 70 % de la population hivernante française de Bernache cravant ;
- entre 55 et 65 % de la population hivernante française de Tadorne de Belon ;
- entre 20 et 55 % de la population hivernante française de Macreuse noire.

La Bernache cravant est principalement observée dans les baies (Baie de Bourgneuf, Baie de la Vilaine, golfe du Morbihan). Le Tadorne de Belon s'aventure très peu en mer. **Seule la Macreuse noire est observée régulièrement en mer.**

1.6.1.11.3. Retours d'expérience sur la sensibilité générale documentée au regard des effets de la phase de construction

Le tableau suivant fournit, de façon indicative, une synthèse des principaux retours d'expérience quant à la sensibilité aux effets en phase de construction documentés à partir de la bibliographie d'Europe du Nord-ouest, pour les espèces de mouettes observées localement. Il ne s'agit pas d'une évaluation des impacts du parc éolien en mer de Saint-Nazaire mais d'une synthèse bibliographique générale à jour.

Tableau 13. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour la Macreuse noire.

Espèces	Effet	Sensibilité		
		Tolérance	Résilience	Niveau final
<i>Anatidés</i>				
Macreuse noire	Modification d'habitat / Déplacement en phase de construction	Nulle à négligeable		Faible
		<p>Fortement susceptible d'être affectée par le passage de navires. Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes et par les navires et les hélicoptères comme très forte (fort comportement de fuite, fuite régulière à des distances $\geq 1000m$, perte modérée à élevée, à court terme, des possibilités de recherche de nourriture). Schwemmer et al. (2011) reporte en effet une distance de fuite élevée (804 m) causée par le passage de navires, avec une distance influencée par la taille du groupe (une réponse extrême a été observée pour un groupe avec une distance de fuite de 3,2 km). Bradbury et al. (2014) estiment que la vulnérabilité de la population au risque de déplacement dans les eaux anglaises est forte. English et al. (2017) ont observé un déplacement de l'espèce.</p>		
				Forte

1.6.1.12 Gaviidés

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

- Le Plongeon catmarin (période internuptiale) ;
- Le Plongeon imbrin (période internuptiale) ;
- Et le Plongeon arctique (période internuptiale).

1.6.1.12.1. Données concernant la reproduction

Les plongeurs ne se reproduisent pas localement.

1.6.1.12.2. Données concernant la période internuptiale

Trois espèces de plongeurs sont observées régulièrement dans le golfe de Gascogne : le Plongeur catmarin, le Plongeur imbrin et le Plongeur arctique.

Les données historiques indiquent que le nord du golfe de Gascogne joue un rôle important pour les plongeurs (toutes espèces confondues) à l'échelle de la façade Atlantique en période internuptiale : le secteur de la baie de Vilaine et l'archipel Houat-Hoëdic concentrent la grande majorité des effectifs de plongeurs du golfe de Gascogne et des secteurs secondaires se trouvent à l'est de l'île de Groix, sur la côte du Croisic, entre Yeu et Noirmoutier et au sud du littoral vendéen (Castège, 2009). Cependant, les effectifs de plongeurs observés dans le golfe de Gascogne restent généralement faibles, les plus importantes concentrations de plongeurs, toutes espèces confondues, se trouvant en Manche et mer du Nord (Pettex et al., 2014).

1.6.1.12.3. Retours d'expérience sur la sensibilité générale documentée au retard des effets de la phase de construction

Le tableau suivant fournit, de façon indicative, une synthèse des principaux retours d'expérience quant à la sensibilité aux effets en phase de construction documentés à partir de la bibliographie d'Europe du Nord-ouest, pour les espèces de mouettes observées localement. Il ne s'agit pas d'une évaluation des impacts du parc éolien en mer de Saint-Nazaire mais d'une synthèse bibliographique générale à jour.

Tableau 14. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets de la phase de construction pour les plongeurs.

Espèces	Impact	Sensibilité		Niveau final
		Tolérance	Résilience	
<i>Gavidés</i>				
Plongeur arctique	Modification d'habitat / Déplacement en phase de construction	Nulle à négligeable Espèce très sensible au dérangement (par les navires). Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes, par les navires et les hélicoptères comme très forte (fort comportement de fuite, fuite régulière à des distances ≥1000m, perte modérée à élevée, à court terme, des possibilités de recherche de nourriture). Bradbury et al. (2014) estiment que la vulnérabilité de la population au risque de déplacement dans les eaux anglaises est forte. Furness et al. (2013) et Robinson Willmott et al. (2013) estiment que les plongeurs seraient parmi les espèces les plus vulnérables au déplacement. Un impact significatif négatif (fuite, perte d'habitat) du trafic maritime a été constaté dans 2 publications (Lüdeke, 2015 ; Mendel et al., 2019).	Nulle à négligeable Faible flexibilité en termes d'habitats. Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme faible. La grande majorité des études sur les suivis des parcs éoliens en mer montrent une abondance significativement plus faible après construction avec un déplacement jusqu'à 20 km maximum (Heinänen and Skov, 2018 ; Mendel et al., 2019; Petersen et al., 2006; Petersen and Fox, 2007; Skov et al., 2020; Welcker and Nehls, 2016).	Forte
		Nulle à négligeable Cette espèce présente une forte réponse au stress (structures humaines, trafic maritime) ce qui pourrait limiter temporairement sa capacité à exploiter de nouveaux sites après un déplacement, même si les proies sont abondantes (Dierschke et al., 2017). Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes et par les navires et les hélicoptères comme très forte (fort comportement de fuite, fuite régulière à des distances ≥1000m, perte modérée à élevée, à court terme, des possibilités de recherche de nourriture). Bradbury et al. (2014) estiment que la vulnérabilité de la	Nulle à négligeable Faible flexibilité en termes d'habitats. Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme faible. Le Plongeur catmarin est une espèce très mobile en hiver potentiellement capable de trouver des sites d'alimentation alternatifs après un déplacement. Cependant, les individus ont tendance à être relativement fidèles au site et dans leur choix de zones de halte/de mue (Dierschke et al., 2017). La grande majorité des études sur les suivis des parcs éoliens en mer montrent une abondance significativement plus faible après construction avec un déplacement jusqu'à 20 km maximum (Allen et al., 2020 ; English et al., 2017; Heinanen et al.,	

		<p>population au risque de déplacement dans les eaux anglaises est forte. Furness et al. (2013) et Robinson Willmott et al. (2013) estiment également que les plongeurs seraient parmi les espèces les plus vulnérables au déplacement. Un déclin significatif de la densité entre les phases de pré construction et de construction a été observé, surtout dans les 9 premiers km des parcs de la zone Outer Thames (APEM, 2016). Un impact significatif négatif (fuite, perte d'habitat) du trafic maritime a été constaté dans 2 publications (Lüdeke, 2015 ; Mendel et al., 2019).</p>	<p>2020; Heinänen and Skov, 2018; MacArthur Green, 2020; Mendel et al., 2019; Percival, 2014; Petersen et al., 2006; Petersen and Fox, 2007; Skov et al., 2020; van Kooten et al., 2019; Welcker and Nehls, 2016). Les résultats préliminaires d'une étude seulement (APEM, 2016) indiquent que les plongeurs recolonisent le parc rapidement après que la construction a cessé. La densité est plus élevée qu'en pré construction dans le parc en lui-même et la densité est similaire dans les 2 premiers km au parc.</p>	
<p>Plongeon imbrin</p>		<p>Nulle à négligeable</p> <p>Espèce très sensible aux dérangements (navires). Wade (2015) évalue le déplacement par les structures des éoliennes comme très forte (fort comportement de fuite, fuite régulière à des distances $\geq 1000m$, perte modérée à élevée, à court terme, des possibilités de recherche de nourriture), et par les navires et les hélicoptères comme forte. Bradbury et al. (2014) estiment que la vulnérabilité de la population au risque de déplacement dans les eaux anglaises est forte. Furness et al. (2013) et Robinson Willmott et al. (2013) estiment également que les plongeurs seraient parmi les espèces les plus vulnérables au déplacement. Un impact significatif négatif (fuite, perte d'habitat) du trafic maritime a été constaté dans 2 publications (Lüdeke, 2015 ; Mendel et al., 2019)</p>	<p>Nulle à négligeable</p> <p>Faible flexibilité en termes d'habitats. Wade (2015) évalue la flexibilité de l'espèce en termes d'habitat comme moyenne. La grande majorité des études sur les suivis des parcs éoliens en mer montrent une abondance significativement plus faible après construction avec un déplacement jusqu'à 20 km maximum (Mendel et al., 2019; Petersen et al., 2006; Petersen and Fox, 2007; Skov et al., 2020; Welcker and Nehls, 2016).</p>	<p>Forte</p>

1.6.2 Données bibliographiques concernant les mammifères marins

Le golfe de Gascogne abrite une douzaine d'espèce de mammifères marins considérées comme « permanentes » (c'est-à-dire régulièrement présentes, sans notion d'effectifs), à savoir le Marsouin commun, le Grand Dauphin, le Dauphin commun, le Dauphin bleu-et-blanc, le Globicéphale noir, le Dauphin de Risso, le Rorqual commun, le Petit Rorqual, le Cachalot, le Cachalot pygmée, la Baleine à bec de Cuvier, l'Orque, ainsi que les Phoques gris et veaux-marins. Les autres espèces sont considérées comme occasionnelles, erratiques ou insuffisamment connues (Martinez *et al.*, 2011).

Les distributions de chacune de ces espèces dépassent largement les limites du golfe de Gascogne, certaines espèces étant très cosmopolites et appartenant à des populations rayonnant dans tout l'Atlantique Nord.

Les données macro-échelle issues des échouages et des grands recensements aériens montrent des différences nettes de distribution générale des espèces à l'échelle de l'ensemble de la façade. Ainsi **le Dauphin commun, le Grand Dauphin, le Marsouin commun, le Globicéphale noir et le Dauphin bleu et blanc sont présents sur l'ensemble de la façade**. A l'inverse, les phoques sont surtout signalés dans le nord du golfe de Gascogne ; les Cachalots, Dauphins de Risso, Baleines à bec de Cuvier ou Cachalots pygmées essentiellement dans le sud du golfe de Gascogne (Martinez *et al.*, 2011).

Les zones principales d'intérêt pour les cétacés à l'échelle du golfe de Gascogne sont le talus, les zones de canyons et les zones de panaches des fleuves et rivières (Certain *et al.*, 2008).

1.6.2.1 Retours d'expérience sur la sensibilité générale documentée au regard des effets de la phase de construction

Le tableau suivant fournit, de façon indicative, une synthèse des principaux retours d'expérience quant à la sensibilité aux effets en phase de construction documentés à partir de la bibliographie d'Europe du Nord-ouest, pour les espèces de mouettes observées localement. Il ne s'agit pas d'une évaluation des impacts du parc éolien en mer de Saint-Nazaire mais d'une synthèse bibliographique générale à jour.

Tableau 15. Synthèse des REX sur la sensibilité aux effets génériques de la phase de construction pour les mammifères marins.

Espèces	Effet	Sensibilité générale			
		Tolérance	Résilience	Niveau final	
Marsouin commun	<p>Modification de l'ambiance sonore sous-marine</p> <p><i>en phase de construction</i></p>	<p><i>Installation des fondations par battage</i></p>	<p>Nulle à négligeable</p> <p>Lors de la construction du parc éolien de Horns Rev au Danemark, le Marsouin commun a complètement quitté la zone (Brandt et al., 2011 ; Tougaard et al., 2006) avec un effet significatif jusqu'à 25 km. Le battage de pieux aurait généré des déplacements de grande envergure pendant 640 heures au cours d'une période de construction de 5 mois. Tougaard et al. (2006) considèrent la construction d'un parc sur plusieurs mois comme un événement de perturbation important. De nombreux autres retours d'expériences rapportent des diminutions significatives de l'abondance ou de l'activité acoustique lors de la phase de construction, un évitement avéré de la zone ou un comportement de fuite (Brandt et al., 2018 ; Carstensen et al., 2006; Graham et al., 2019; Haelters et al., 2012; ICF, 2020; Rose et al., 2019; Teilmann and Carstensen, 2012; Thompson et al., 2010; Vallejo et al., 2017).</p>	<p>Moyenne</p> <p>Malgré les effets à court terme du battage de pieux, Brandt et al. (2016) concluent qu'il n'y a pas d'effets négatifs de la construction à l'échelle de la population de marsouins communs. Aucune construction de parc éolien n'a généré de mortalité avérée pour les mammifères marins. L'effet du battage de pieux n'est pas permanent puisque l'espèce revient après la fin de la construction des parcs éoliens (ICF, 2020 ; Vallejo et al., 2017). Vallejo et al. (2017) rapportent qu'il n'y a aucun changement significatif de l'abondance entre la pré-construction et l'exploitation du parc Robin Rigg. La résilience est évaluée comme moyenne par principe de précaution.</p>	<p>Moyenne</p>
		<p><i>Trafic maritime</i></p>	<p>Moyenne</p> <p>Brandt et al. (2018) montrent que la détection de marsouins communs diminue plusieurs heures avant le commencement du battage et Rose et al. (2019) montrent une réduction jusqu'à 28 heures avant les travaux. Plusieurs causes possibles sont attribuées à ces diminutions, dont le bruit des autres travaux ou navires. L'espèce pourrait être affectée par l'effet dans une moindre mesure.</p>	<p>Forte</p> <p>La capacité de l'espèce à retrouver le même état avant effet est fort.</p>	

2 Protocole de suivi lors de la phase de construction

2.1 Détail des efforts d'expertises, aires d'études et protocoles de l'année de construction

2.1.1 Calendrier d'expertises

La phase de construction a commencé en avril 2021 sur le parc de Saint Nazaire et s'est terminé en novembre 2022. Les suivis environnementaux mis en place pour répondre aux objectifs de la mesure MSU10 ont commencé en octobre 2021 et ont été conduits jusqu'en septembre 2022. Ils consistent en (Tableau 16) :

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

Tableau 16. Calendrier des missions en mer pour la phase de construction.

Mois	Grands transects (Avion)	Petits transects (Bateau)	Période
Octobre 2021	1 (25/10)		Migration postnuptiale
Novembre 2021			
Décembre 2021	1 (18/12)	1 (14/12)	Hivernage
Janvier 2022			
Février 2022	1 (06/02)		
Mars 2022			Migration pré-nuptiale et début de la reproduction
Avril 2022	1 (15/04)		
Mai 2022	1 (10/05)	1 (09/05)	
Juin 2022	1 (17/06)		
Juillet 2022		1 (13/07)	Fin de la reproduction, dispersion des individus et début de la migration
Aout 2022	1 (02/08)		
Septembre 2022	1 (16/09)	1 (15/09)	

2.1.2 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 période de construction et dans le contexte de différents types de travaux à la mer.

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 (Carte 4. Il varie entre 1,4km et 2,2km. En revanche, le nombre de transects, leur longueur et la zone tampon restent les mêmes que pour l'état de référence (Tableau 21). Ce nouveau plan de suivi offre l'avantage d'être reproductible en phase d'exploitation.

Le protocole de terrain et le formulaire de relevé de données est identique à celui utilisé lors de l'état initial et de l'état de référence, 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 17. 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 (Illimitée, 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 18. 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
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

Informations	Description
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 groupes d'espèces avant d'être utilisées dans des analyses statistiques descriptives et de modélisation (cf. Annexe 1 : note méthodologique).

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

2.1.3.1 Acquisition des données

Les suivis aériens digitaux haute altitude sont réalisés à l'échelle de l'aire d'étude élargie autour du parc éolien (Carte 5). 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 décroît 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. 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 16km pour certaines espèce comme le Plongeon catmarin (Mendel et al., 2019; Vanermen et al., 2015). 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.

Une distance entre transects de 5 km permet un taux de couverture de plus de 10% de l'aire d'étude élargie (Carte 5. Carte des transects parcourus lors des expertises 2021/ 2022 pendant l'année de construction.).

Les suivis aériens digitaux sont réalisés à une altitude d'environ 500 m qui permettra une continuité de protocole entre la phase de construction et la phase d'exploitation. En effet, la hauteur de vol ne sera pas modifiée lorsque les éoliennes seront 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 2). Ce travail de collecte est réalisé en concertation et partenariat avec un sous-traitant spécialisé (BioConsult SH et HiDef aerial surveying).

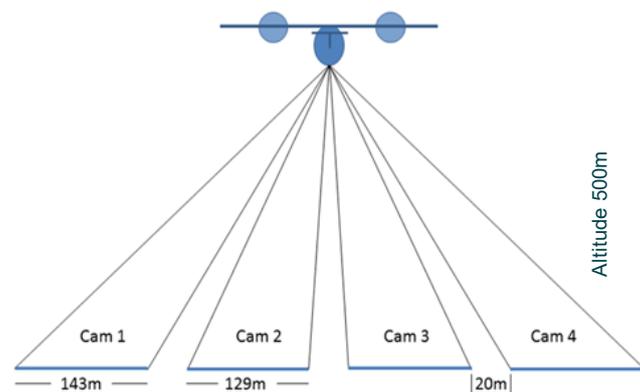


Figure 2. Représentation schématique des distances et aires couvertes par les suivis aériens digitaux (© BioConsult SH).

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).

2.1.3.2 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).

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) 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.

2.2 Dates et conditions des expertises

2.2.1 Suivis petits transects par bateau

Le Tableau 16 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** résume les conditions de ces sorties.

Tableau 19. Synthèse des conditions d'expertises en bateau pour le suivi des petits transects.

Date de mission	Distance parcourue (km)	Vitesse moyenne (nœuds)	Condition météorologiques moyennes	Conditions d'observations	Nombre total d'observations (individus)	Faits marquants et difficultés rencontrés
17/12/2021 Session PT1	95	12	Houle : 1,5 m Vagues : 0 m Vent : nul Couverture nuageuse : 100%	Moyennement favorables	283 (636)	La visibilité était parfois réduite à 300m en raison d'une brume persistante
09/05/2022 Session PT2	95	12	Houle : 0,25m Vagues : 0,25m Vent : nul à faible Couverture nuageuse : 10% Visibilité : illimitée	Très favorables	85 (733)	Très bonnes conditions
13/07/2022 Session PT3	95	15	Houle : 0m Vagues : 0m Vent : nul Couverture nuageuse : 10% Visibilité : illimitée	Très favorables	124 (928)	Très bonnes conditions
15/09/2022 Session PT4	95	15	Houle : 0.25m Vagues : 0.5m Vent : nul à faible Couverture nuageuse : 30% à 50% Visibilité : illimitée	Favorable à très favorable	212 (906)	Eblouissements ponctuellement importants

2.2.2 Suivis grands transects par avion

Le Tableau 18 résume les conditions des 8 suivis grands transects :

Tableau 20. Synthèse des conditions d'expertises en avion pour le suivi des grands transects. 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
24/10/2021	10	118	569,34	Bonnes	Vitesse du vent : 6-15nds, Direction du vent : SW Couverture nuageuse : Etat de la mer :	Plus sombre à la fin de la période d'enregistrement

18/12/2021	10	120	537,97	Bonnes	Vitesse du vent : 17-30nds, Direction du vent : SE Couverture nuageuse : 0% Etat de la mer :	Bonne
06/02/2022	10	118	514,5	Moyennes	Vitesse du vent : 40 nds, Direction du vent : W Couverture nuageuse : Quelques nuages légers et zones de brouillards Etat de la mer* 3-4	Bonne
15/04/2022	10	120	534	Bonnes	Vitesse du vent : 6-15 Direction du vent : SE Couverture nuageuse : 0% Etat de la mer : 2	Bonne qualité, parfois un peu de surexposition
10/05/2022	10	119	503	Bonnes	Vitesse du vent : 10-15 nds Direction du vent : SW Couverture nuageuse : 0% Etat de la mer* : 2	Bonne qualité, parfois un peu de surexposition
17/06/2022	10	129	503	Bonnes	Vitesse du vent : 7-13 nds, Direction du vent : SE Couverture nuageuse : 0% Etat de la mer* : 2	Bonne
02/08/2022	10	118	503	Bonnes	Vitesse du vent : 2-4 nds, Direction du vent : NW Couverture nuageuse : 0% Etat de la mer* : 1	Bonne
16/09/2022	10	120	531	Bonnes	Vitesse du vent : 9-17 nds, Direction du vent : NE Couverture nuageuse : 0% Etat de la mer* : 2	Bonne

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

Au cours des trois premières phases de développement du parc éolien en mer de Saint Nazaire (état initial, état de référence et année de construction), les aires d'études et protocoles d'expertises ont évolué (Tableau 21) dans leur répartition spatiale et temporelle.

2.3.1 Ajustements des aires d'études et des protocoles

Entre l'état initial et l'état de référence :

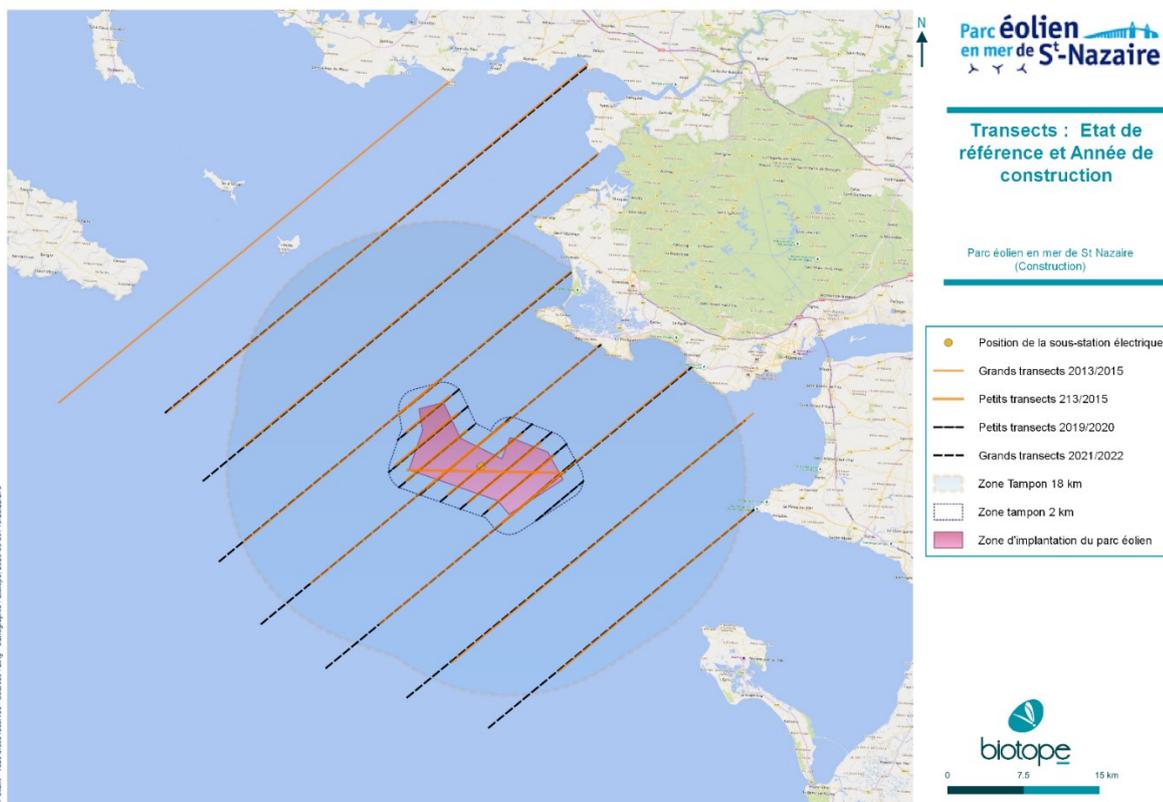
- Grands transects : homogénéisation et centralisation de l'aire d'étude élargie autour du parc dans une zone de 20km autour du projet avec une augmentation de la couverture des expertises de l'aire d'étude élargie du parc de 4.6% à 6.5% (Tableau 21, Carte 2)
- Petits transects : homogénéisation et centralisation 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 (Tableau 21, Carte 2).

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

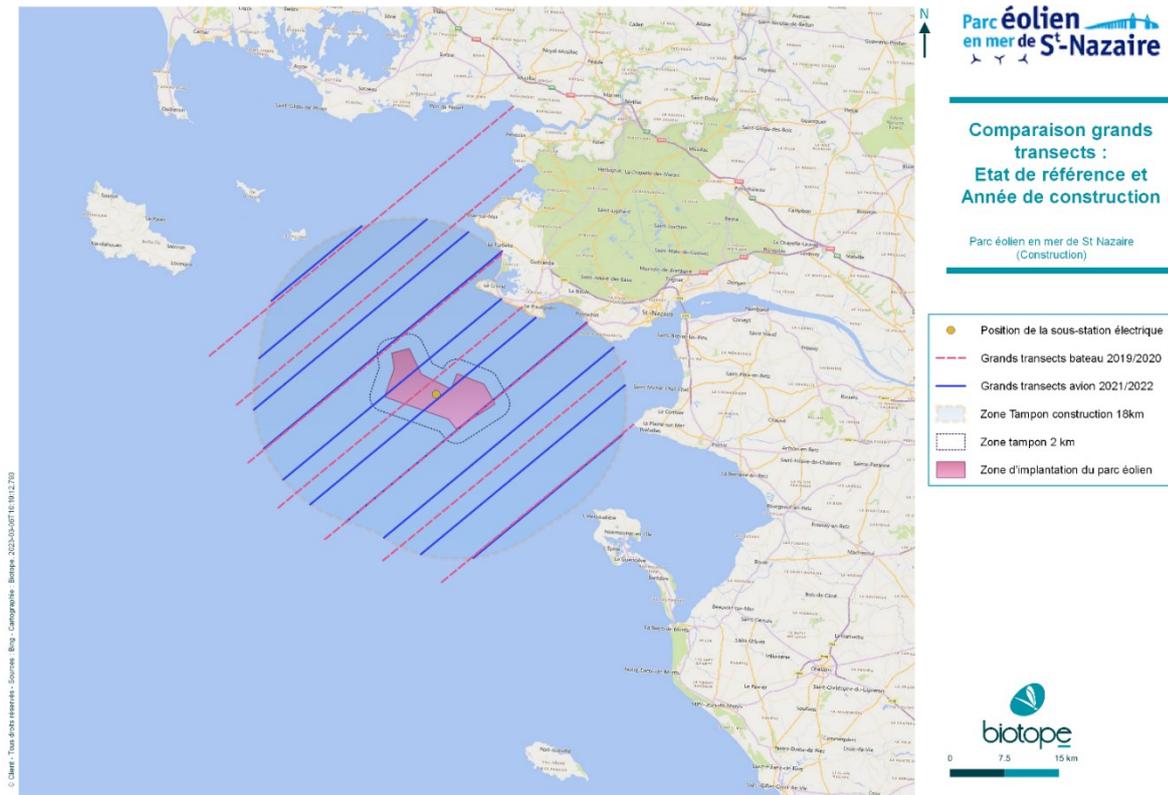
- Grands transects : changement de protocole avec l'utilisation d'expertise aérienne digitale haute altitude en remplacement des expertises visuelles par bateau (voir section 2.1.3) pour permettre une continuité des expertises une fois les éoliennes en place. L'aire d'étude a été recentrée dans un rayon de 18km autour du parc éolien avec des transects moins espacés (5 km contre 7,4km pour les transects bateau) : la couverture des expertises de l'aire d'étude élargie du parc est passée de 6.5% à 10.3% (Tableau 21 Carte 4)
- Petits transects : légère modification du design des transects pour éviter les fondations des éoliennes, sans changement des orientations ni de la longueur des transects (Tableau 21 Carte 5).

Tableau 21. Comparaison des protocoles d'expertises 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 300m de part et d'autre du transect.

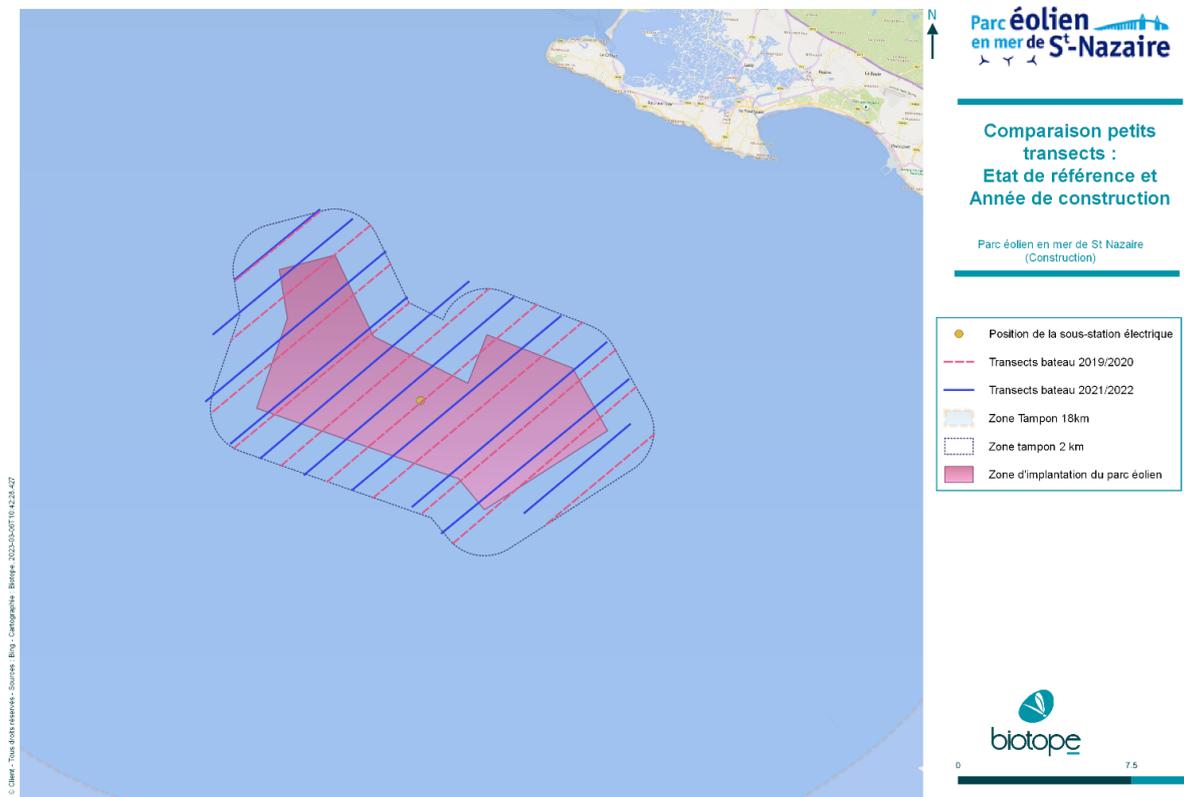
		Etat initial 2013/2015	Etat de Référence 2019/2020	Construction 2021/2022
Grands Transects : Aire d'étude élargie	Type d'expertise	Bateau	Bateau	Avion digital
	Nombre de sessions	11	6	8
	Nombre de transects	8	7	10
	Distance max au parc éolien	36 km	20 km	18 km
	Longueur totale des transects	330 km	271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



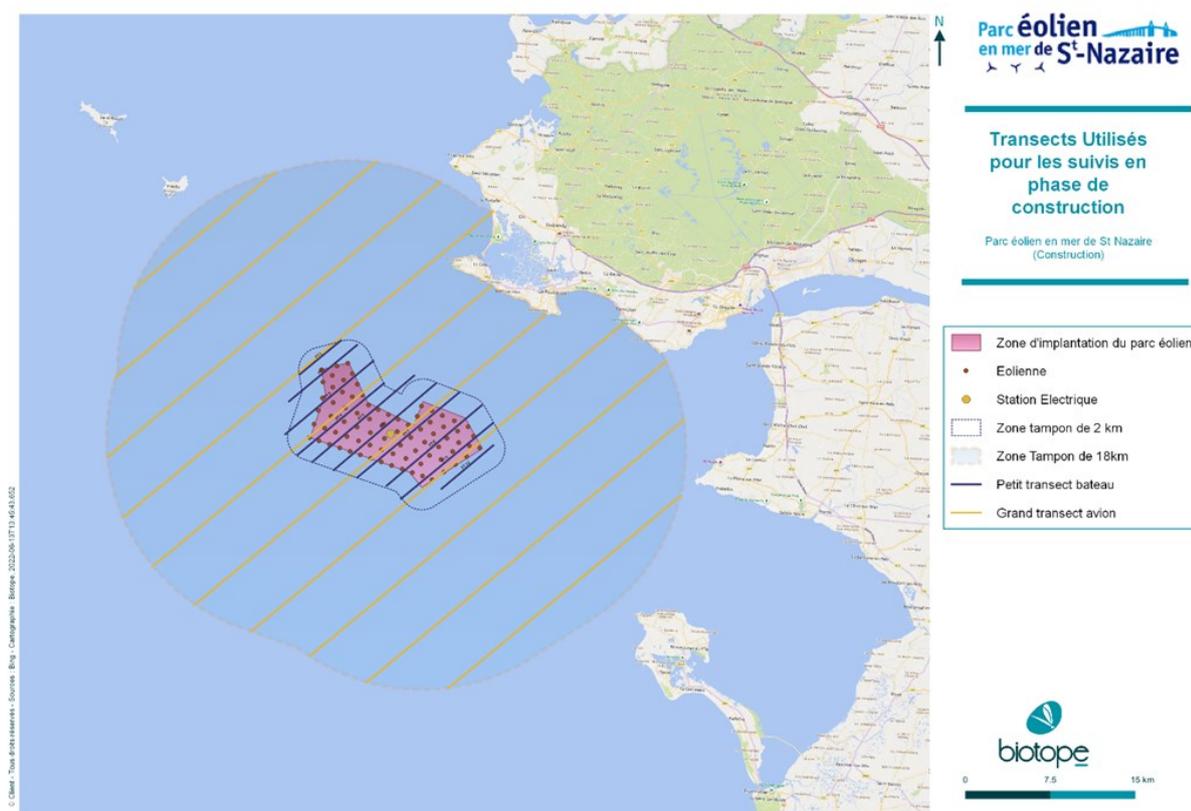
Carte 2. Petits et grands transects bateau utilisés en 2013/2015 (d'après état initial et CDC) et 2019/2021.



Carte 3 : Carte des grands transects parcourus lors des expertises 2019 / 2020 et 2021/2022.



Carte 4. Carte des petits transects parcourus lors des expertises 2019 / 2020 et 2021/2022.



Carte 5. Carte des transects parcourus lors des expertises 2021/ 2022 pendant l'année de construction.

2.3.2 Calendrier d'expertises

Lors de chaque phase du projet, toutes les périodes biologiques (hivernage, migration pré-nuptiale, période de reproduction, migration post-nuptiale) 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 lors de la phase de construction ont été mises en œuvre de façon régulière, avec deux sessions d'expertises aériennes haute altitude et une session d'expertise bateau par grande saison biologique (Tableau 22).

Tableau 22. Synthèse du nombre d'expertises par mois et par phase de projet, pendant l'état initial (EI), l'état de référence (ER) et l'année de construction (C).

		Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.
	Période Biologique	Hivernage			Migration pré-nuptiale			Reproduction			Migration post-nuptiale		
Petits transects	EI (n=36)	1	3	3	2	2	3	2	3	4	4	3	2
	ER (n=12)	1		1		2	1	1	1	2	1	1	1
	C (n=4)	1					1		1		1		
Grands transects	EI (n=11)	1					2		1	3	3	1	
	ER (n=6)	1				1	1	1		1		1	
	C (n=8)	1		1		1	1	1		1	1	1	

	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.
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'analyses. En effet, lors de l'état initial et 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 en fonction du nombre d'observations et du comportement (posé ou en vol) des oiseaux (voir section 2.4 pour plus de détails).

En phase de construction, 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, un espèce telle que le Guillemot de Troil 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 2 types de suivis. Cette différence a un impact direct sur la comparaison quantitative du nombre d'observations entre l'EDR et l'année de construction 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 à l'effet de déplacement / perturbations lors de la construction. En conséquence, un modèle de type BAG (3.3) et non BAG_DSM, 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 la construction 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 tel que le dérangement et la perte d'habitat du fait des travaux de construction.

A l'avenir, les valeurs mesurées pendant l'année de construction seront comparables à celles mesurées lors des années d'exploitation à partir du moment où les caractéristiques des suivis sont conservées.

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.

Lors de l'état initial et l'état de référence, les observateurs en mer utilisaient des bordereaux de saisie manuelle. Les alertes "snapshot" étaient annoncées par le skipper. Il y avait des oublis, des erreurs de saisie et des incohérences dans certains jeux de données. Depuis l'EDR, Biotope a développé un logiciel de saisie sur tablette connecté au GPS qui permet d'avoir des alertes de snapshots, ce qui permet de réduire fortement les biais et les erreurs de collecte de données. Le logiciel enregistre la position par rapport à la route du navire, puis recalcule la position GPS des oiseaux. Ainsi la distance et de l'angle entre l'observateur et l'observation sont notés de manière plus précise. Les erreurs de positionnement et de frappes sont très fortement diminuées.

3 Méthodes de traitement des données avifaune :

Pour chaque jeu de données, données des grands transects et données des petits transects, les analyses des données se décomposent en trois 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.

Au-delà de la compilation de données permettant de caractériser les distributions et densités d'oiseaux lors des suivis menés en phase de construction, un des objectifs de cette étude est de tenter d'identifier les éventuels impacts par déplacement lors de la phase de construction, à travers l'analyse de la répartition spatio-temporelle des espèces d'oiseaux qui utilisent la zone du parc et la zone élargie autour de celui-ci. En toute rigueur scientifique, une telle analyse nécessite le développement de modèles statistiques intégrant les observations, des données environnementales et des données anthropiques (voir note méthodologique section 3). Mais ce type de modèle, pour pouvoir être exploitable, nécessite une quantité de données d'observations importante. Ainsi, pour les espèces avec des effectifs suffisamment élevés un modèle de type BAG a été développé afin de mesurer et de mieux comprendre l'impact des travaux de construction du parc éolien en mer de Saint-Nazaire sur l'abondance et la distribution spatio-temporelle des populations d'avifaune et des mammifères marins

3.1 Distribution temporelle

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

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 3 permet de visualiser les différentes méthodes statistiques utilisées en fonction de type de suivis et des données collectées. Le détail des méthodes statistiques se trouve en Annexe 1 : distance sampling (1.1), strip transect (1.2), snapshot (1.3)).

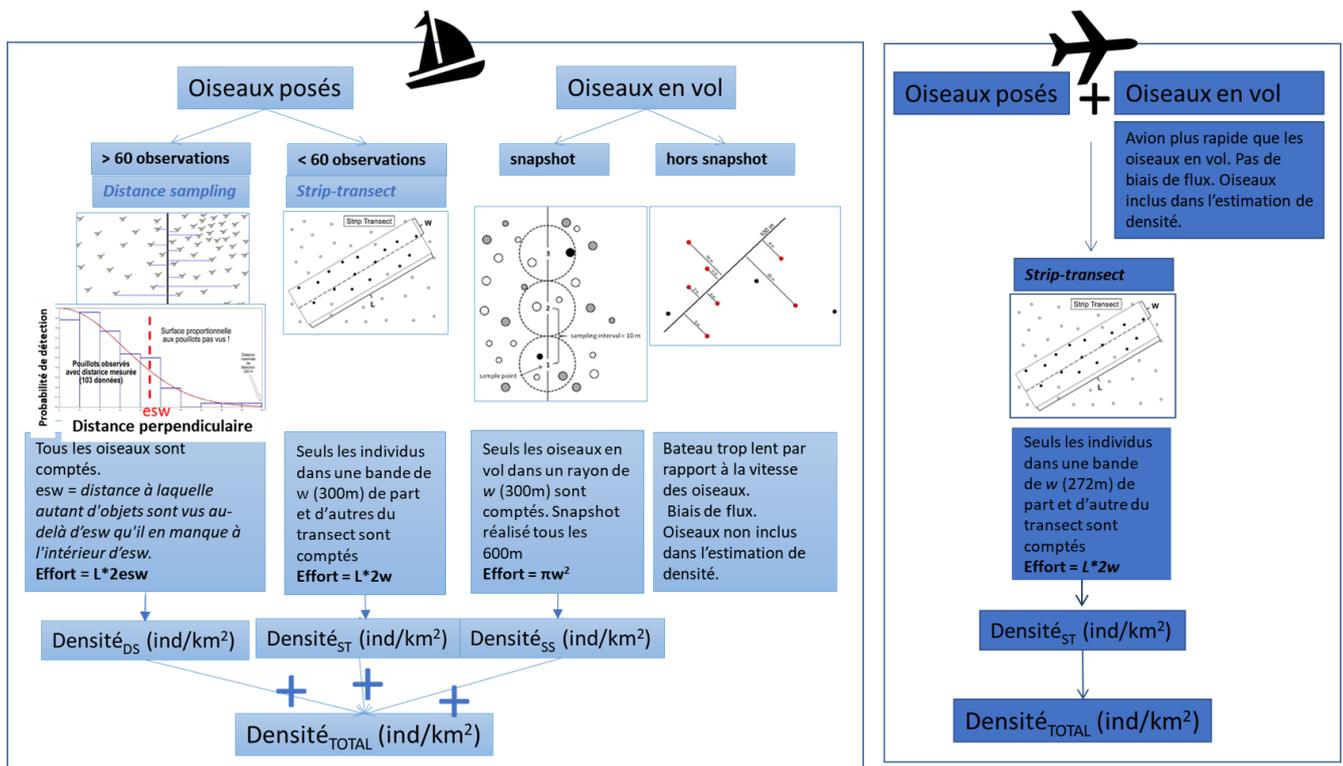


Figure 3. Description schématique du processus d'estimation de densités à partir des données issues de suivis nautiques et aériens.

Pour les espèces avec plus de 10 observations, les densités (par strip transect, distance sampling ou snapshot) sont évaluées à l'aide d'un processus de *bootstrap* 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 4). 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 5).

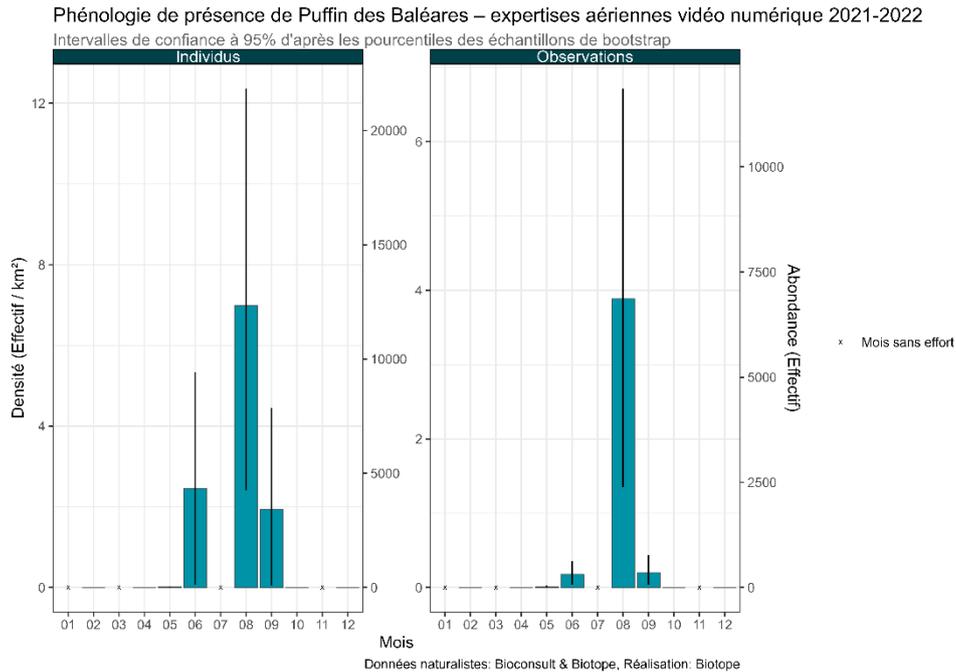


Figure 4. Exemple d'une phénologie réalisée en utilisant des *bootstraps* sur la méthode de *strip-transect* pour une espèce et un statut (oiseaux posés uniquement).

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 et une phénologie pour les densités d'observations. Les observations représentent une observation d'un individu ou de groupes d'individus. La combinaison de ces 2 phénologies permet de voir si la densité d'individus est portée par un groupe important (de nombreux individus rassemblés) ou par le cumul de nombreuses observations d'individus isolés. Par exemple dans la Figure 5 (ci-après), les densités d'individus au mois de juillet et au mois d'août sont assez proches, 0.32 et 0.37 ind/km². Cependant, leurs densités d'observations respectives sont différentes, 0.28 et 0.08 obs/km². Cela signifie qu'en août des groupes de nombreux oiseaux ont été observés, alors qu'en juillet c'est plus un ensemble d'observations à plus petits effectifs qui ont été réalisées.
- La somme cumulée des densités pour les oiseaux posés et les oiseaux en vol. Pour les phénologies des suivis aériens, la distinction entre les 2 comportements des oiseaux n'est pas faite.
- L'abondance sur la zone d'étude, calculée en multipliant la densité par la surface de la zone d'étude.

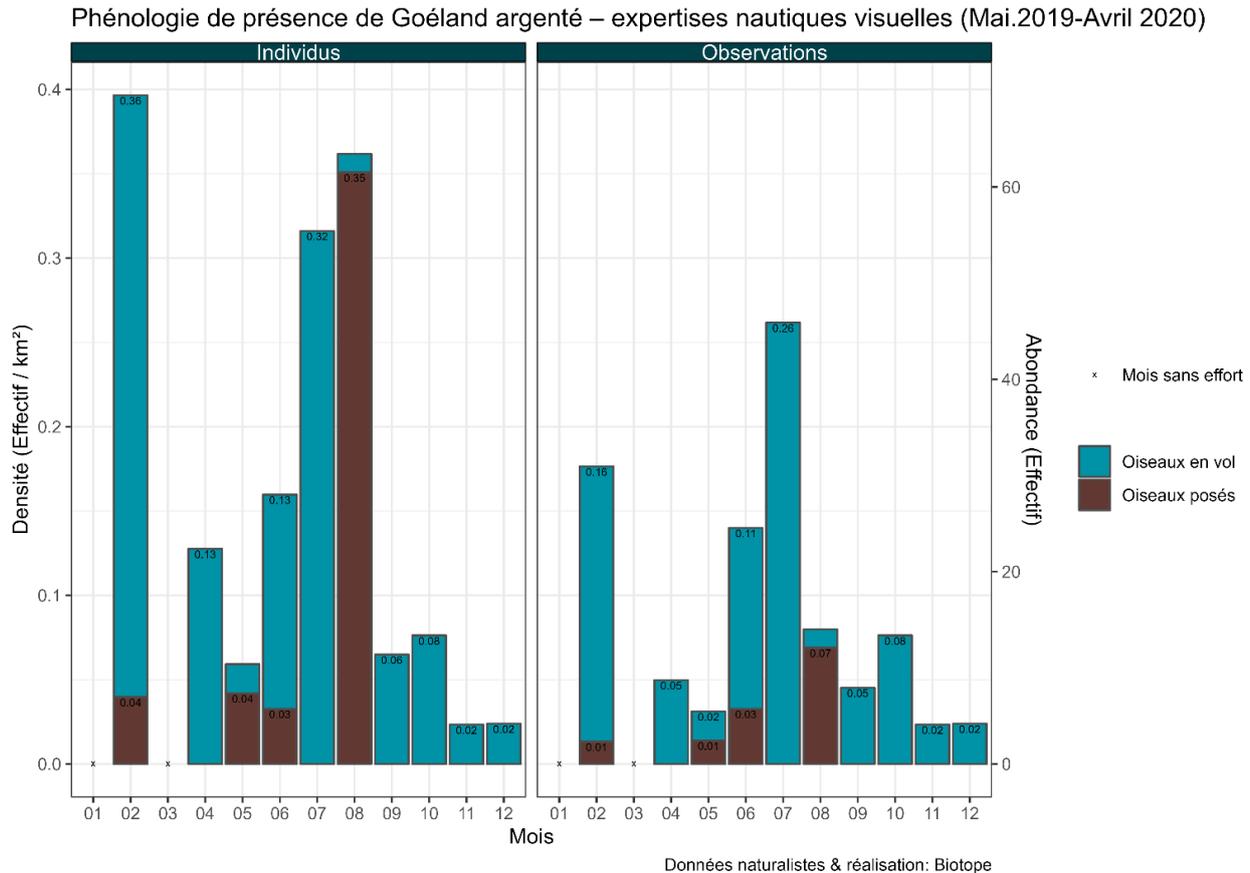


Figure 5. Exemple d'un graphique de phénologie réalisés à partir des observations collectées lors d'un suivi nautique.

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 (5km pour les grands transects et 1.5km 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 apparait 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 212m 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 observées 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 23). 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.

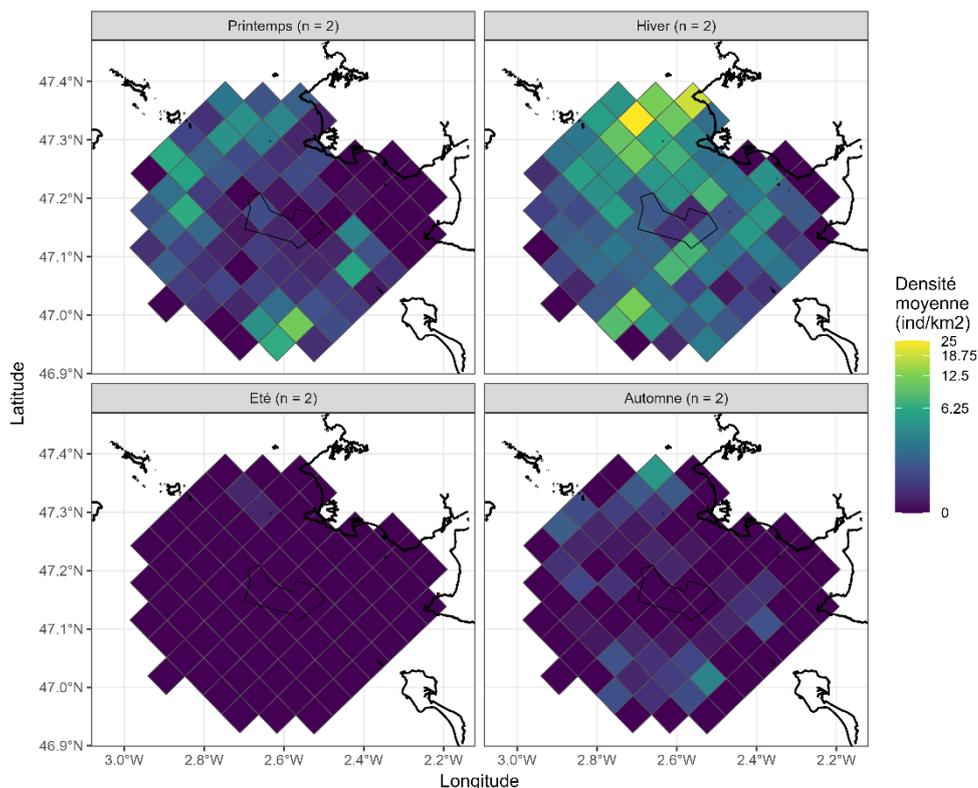
Tableau 23. Périodes du cycle biologique considérées dans les analyses, en se basant sur les activités biologiques de la majorité des oiseaux marins.

Saison	Dates de début et fin	Cycle biologique
Printemps	15 février au 14 mai	Migration prénuptiale
Eté	15 mai au 14 août	Reproduction
Automne	15 août au 14 novembre	Migration postnuptiale
Hiver	15 novembre au 14 février	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.



Phase de construction du parc éolien en mer de Saint-Nazaire
Carte des densités moyennes d'Alcidid indéterminé



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

Figure 6. Carte de distribution saisonnière des densités en maille de 25 km² pour le Guillemot de Troïl lors des suivis aériens digitaux par caméra HD. Le nombre entre parenthèse 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, <300m 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 (Tableau 26, Tableau 28) il n'y aura pas de densité estimée car ces observations étaient en dehors des critères d'analyses statistiques (trop peu d'observations). La distribution spatiale sera représentée par les cartes des observations brutes, à titre indicatif.

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.

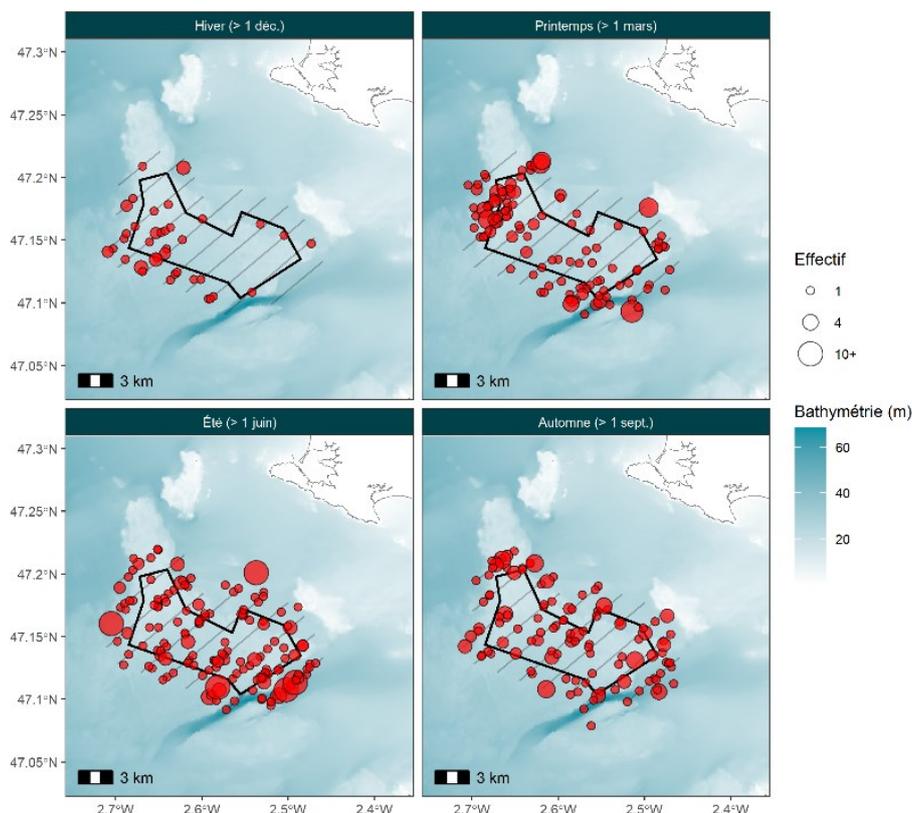
La taille des points est fonction du nombre d'oiseaux observés.

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 5 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.



État de référence du parc éolien en mer de Saint Nazaire - suivi de la mégafaune marine
Observations de fous de Bassan - Petits transects sur la période 2019-2020



Sources: SHOM (trait de côte Histolitt, bathymétrie HOMONIM), Biotope & Périscope (observations naturalistes)

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.

3.2.3 Distribution des comportements

L'analyse des comportements est basée sur les données des transects bateau de l'EDR et de la phase de construction (petits transects). Avec les données d'expertises aériennes digitales, il n'existe à l'heure actuelle pas de technique 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 hauteur indicative de vol. Cette méthode a fait l'objet d'une publication en janvier 2023 (Humphries et al., 2023) et pourrait être mise en œuvre via des analyses complémentaire dédiées.

3.2.3.1 Proportion d'oiseaux en vol, posés ou suiveurs par espèce ou groupe d'espèces ;

Pour les espèces à forts effectifs ou à fort enjeux, une brève description de la répartition des comportements observés est réalisée.

3.2.3.2 Distribution des hauteurs de vols

La distribution des hauteurs de vols est réalisée par espèces ou groupe d'espèce (Figure 8). Une zone grisée représente la hauteur de pale du niveau d'eau moyenne (Mean Seal Level) au point le plus haut des éoliennes du parc de Saint-Nazaire (32m à 180m). 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 phase de construction.

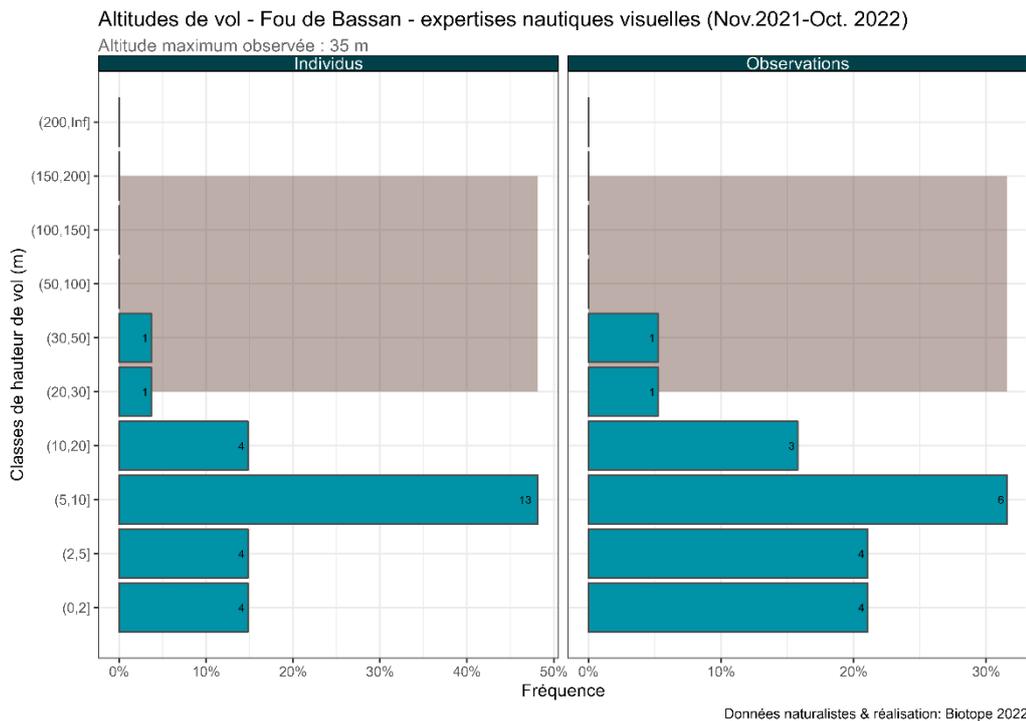


Figure 8. Exemple d'histogramme des altitudes de vol pour le Fou de Bassan.

3.2.3.3 Distribution des directions de vols

À la suite de discussions entre experts et au regard des données issues des expertises, il a été décidé de ne plus fournir ce genre de graphiques qui ne sont pas représentatifs des tendances de direction de vols. En effet, mis à part pour les espèces en transit migratoire, les espèces utilisant les zones d'études sont présentes pour se nourrir ou se reposer (avec déplacements locaux de transit). De tels comportements engendrent des changements de directions de vols aléatoires, ou dépendant de la distribution.

3.3 Modèle BAG pour les espèces avec des effectifs élevés

Pour rappel, l'objectif de cette étude est de mesurer et de mieux comprendre l'impact des travaux de construction du parc éolien en mer de Saint-Nazaire sur l'abondance et la distribution spatio-temporelle des populations d'avifaune et des mammifères marins. Pour cela, nous avons cherché à formaliser un modèle statistique permettant de comparer les observations de la mégafaune marine prises lors de l'état de référence (EDR) du parc éolien en mer de Saint-Nazaire à celle prise lors de l'année de la phase de construction (C).

Les protocoles de suivis de l'avifaune ont été établis afin de suivre la méthode de protocole *Before-After Gradient* (BAG) dorénavant largement recommandée pour tenter de caractériser les éventuelles perturbations des parcs éoliens sur les espèces marines à grands territoires et/ou très mobiles (oiseaux et mammifères marins notamment). Ce protocole prévoit un échantillonnage le long d'un gradient de perturbation qui décroît avec la distance à la source de perturbation (Ellis and Schneider 1997), dans le cas présent : le parc éolien. Le protocole BAG permet de ne pas dépendre de sites de contrôle (à la différence de l'approche BACI *Before – After Control Impact*), de considérer l'hétérogénéité spatiale des données et permet d'améliorer la pertinence des analyses en considérant la distance aux perturbations comme une variable explicative.

Pour rappel, un modèle statistique est une description mathématique de processus naturels qui vise à permettre de mieux les comprendre. Cette description est nécessairement une simplification de la réalité et parfois des choix méthodologiques sont effectués qui peuvent être déterminants dans cette description. Par exemple, les échelles spatiales et temporelles relèvent de choix en partie subjectifs qui vont influencer les informations que le modèle est capable d'extraire depuis les données. En conséquence, le choix des échelles spatio-temporelles est toujours discutable. Nous avons arrêté nos choix sur ce qui nous paraissait le plus pertinent aux vues des données dont nous disposons.

Lors d'une analyse de type BAG visant à mesurer l'effet de la construction, on pose l'hypothèse que les différences de densité et/ou de distribution de l'avifaune et des mammifères marins entre la phase de construction et l'EDR sont en partie expliquées par la présence de travaux. Dans le cas de la présente étude, lors de la collecte des données en phase de construction, il y a simultanément entre :

- la variabilité inter-annuelle,
- le commencement des travaux,
- et le changement de protocole.

Par conséquent, il est très difficile d'imputer les variations de densité ou de distribution observées à l'une ou l'autre de ces 3 variables. On parle alors de facteurs confondants ou indistinguables. Nous avons donc cherché à développer un modèle qui permette, **dans un premier temps, d'estimer et de corriger le biais lié au changement de protocole et à la variabilité interannuelle afin de rendre comparable les données de la phase d'EDR et de la phase de construction.**

Les variables environnementales ont un effet sur les densités et la distribution spatiale de la mégafaune marine. Cependant, les inclure en tant que variables spécifiques dans le modèle aurait pour conséquence de sur-paramétrer² le modèle et ainsi de ne pas pouvoir généraliser les résultats. De plus l'objectif de cette étude n'étant pas d'identifier si, ni comment les variables environnementales influencent la distribution des espèces, ne pas les inclure dans le modèle en tant que tel ne nous éloigne pas de notre objectif. Etant donné leur importance dans la distribution des espèces, il n'était pas cependant possible de les ignorer complètement. Nous en avons tenu compte de manière implicite en étudiant l'autocorrélation spatiale³ des résidus⁴ du modèle (voir annexe 2 1.2.4 pour le détail). Ainsi si dans l'analyse des résultats du modèle, on détecte une auto-corrélation spatiale, cela signifie qu'il y a des variables implicites qui influencent la distribution spatiale et qui n'ont pas été prise en compte dans le modèle. Pour les espèces pour lesquelles c'était le cas, nous avons pris en compte cette auto-correlation, afin d'obtenir des résultats plus robustes.

Nous présentons ici une explication vulgarisée de la méthode, une note plus technique est disponible en Annexe 2 :.

Le modèle que nous utilisons a pour but de tester l'effet d'une ou plusieurs variables qualitatives sur une variable quantitative. Pour ce projet :

- Variable quantitative : la densité et la distribution spatiale des observations.
- Variables qualitatives :
 - différence de protocole,
 - phénologie d'abondance,
 - distance aux travaux,
 - distance aux éoliennes,
 - interaction entre la variable *protocole* et la variable *distance aux travaux*
 - interaction entre la variable *protocole* et la variable *distance aux éoliennes*

² Lorsqu'un modèle est sur-paramétré, il modélise très bien le jeu de données utilisé pour faire le modèle, mais il ne peut pas être généralisable.

³ L'autocorrélation spatiale est le terme utilisé pour décrire la présence d'une variation spatiale systématique

⁴ La différence entre les valeurs observées et les valeurs estimées par le modèle, ils ont la particularité de représenter la partie non expliquée par l'équation du modèle. C'est ce qu'on nomme « résidus ».

Pour chaque espèce avec suffisamment de données nous avons fait deux modèles pour mesurer :

- L'effet de la construction, toutes sources de perturbation confondues (trafic maritime, bruit, nuisance lumineuse) sur la densité des observations en considérant la distance aux fondations
- L'effet dérangement/perte d'habitats des éoliennes, en considérant la distance aux éoliennes

Tableau 24 : Tableau synthétique des variables incluses dans les deux modèles testés pour les espèces avec suffisamment de données.

		Modèle distance aux travaux	Modèle distance aux éoliennes
Variable quantitative	Densité d'observation	✓	✓
Variables qualitatives	Différence de protocole	✓	✓
	Phénologie	✓	✓
	Distance au centroïde des travaux	✓	
	Distance au centroïde des éoliennes		✓
	Interaction : Protocole x Distance au centroïde des travaux	✓	
	Interaction : protocole* Distance au centroïde des éoliennes		✓

3.3.1 Variable quantitative

Afin d'avoir une distribution spatiale de la densité, la zone d'étude a été découpée spatialement et prend la forme d'une grille avec comme unité, un carré de 2.5km de côté que l'on nommera ci-après cellule (Figure 9). Pour chaque cellule, et chaque campagne, l'effort surfacique (la surface échantillonnée) et le nombre d'observations sont calculés pour chaque espèce ou groupe d'espèces. La méthode utilisée pour calculer l'effort surfacique est celle du strip-transect pour les campagnes aériennes. Pour les campagnes nautiques, le strip-transect est utilisé pour les oiseaux posés et la technique des snapshots pour les oiseaux en vol afin de ne pas surestimer leur abondance (voir note sur les snapshots en annexe1).

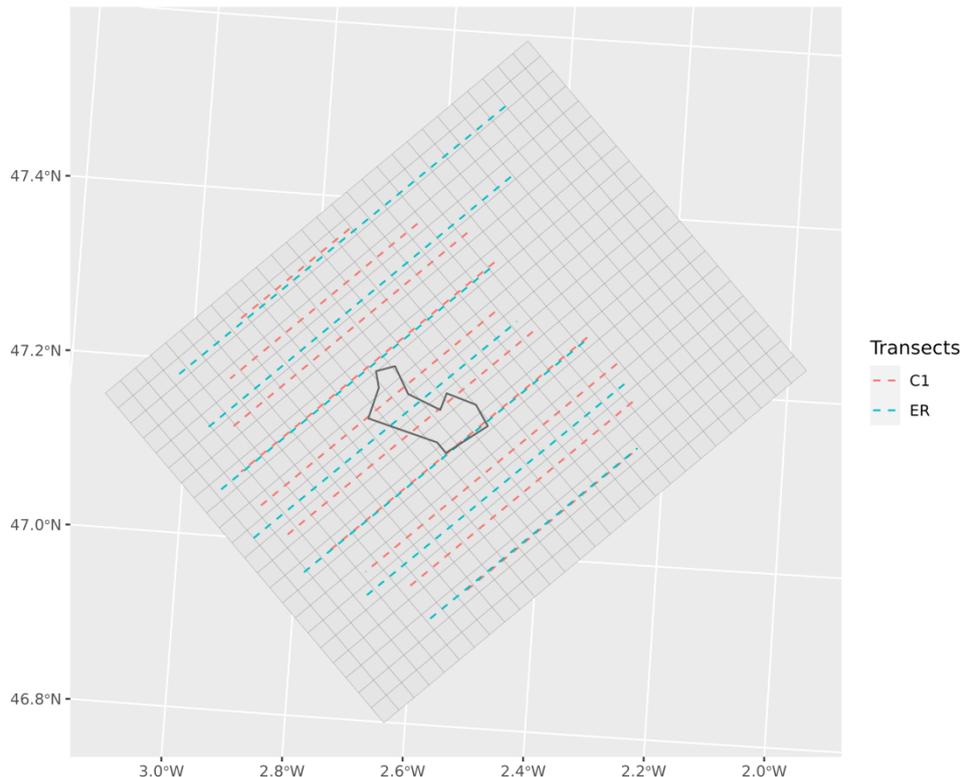


Figure 9 : **Grille considérée pour le travail de modélisation.** Les cellules mesurent 2.5km de côté. Le parc est représenté en gris au centre de la grille. Les transects des campagnes nautiques menées lors de l'état de référence (ER) sont représentés en pointillés bleus. Les transects des campagnes aériennes menées lors de la phase de construction (C1) sont représentés en pointillés rouge.

3.3.2 Variables qualitatives

3.3.2.1 Variable différence de protocole

La variable différence de protocole (notée P) permet de prendre en compte simultanément la différence de protocole et la variabilité interannuelle entre les deux phases du projet. Nous supposons que les variations de densité d'observations entre l'EDR et la phase de construction sont principalement dues au changement de protocole. Ainsi pour plus de clarté dans le reste du document, nous ferons référence uniquement à la variable « différence de protocole » pour mentionner ces deux variables indistinguables.

3.3.2.2 Variable de phénologie

Une variable **mois** (notée *mois*) qui permet de prendre en compte la phénologie de l'abondance des espèces. Les mois d'avril, mai, juin, août, octobre et décembre sont pourvus de données à la fois lors de l'état de référence et la phase de travaux. Les mois pour lesquels il existe des données uniquement lors de la phase de construction, c'est à dire février et septembre, sont écartés de l'analyse. Par ailleurs, certaines espèces (telle que la mouette tridactyle) ne sont pas observées tous les mois (pas d'observation en avril et août). Pour ces espèces, les mois sans observation sont écartés de l'analyse.

3.3.2.3 Variable distance aux travaux

La distance aux travaux peut être considérée comme une variable dynamique puisque la zone de travaux varie dans l'espace et la période de travaux varie dans le temps. Par souci de simplicité, nous avons considéré cette variable dynamique comme binaire "sans", versus "avec" travaux. De plus, l'emplacement des fondations des futures éoliennes nous sert d'indice de la présence de travaux. Les activités anthropiques liées à la construction des éoliennes se concentrent dans la zone des fondations. Les suivis que l'on considère potentiellement impactés par ces travaux (c'est à dire les périodes "avec" travaux) sont l'ensemble des suivis de la phase de construction. En effet, dès le premier suivi qui a lieu le 26 octobre 2021, 35 fondations sont déjà présentes sur le parc sur les 80 prévues.

Position des fondations
lors des dates de survol

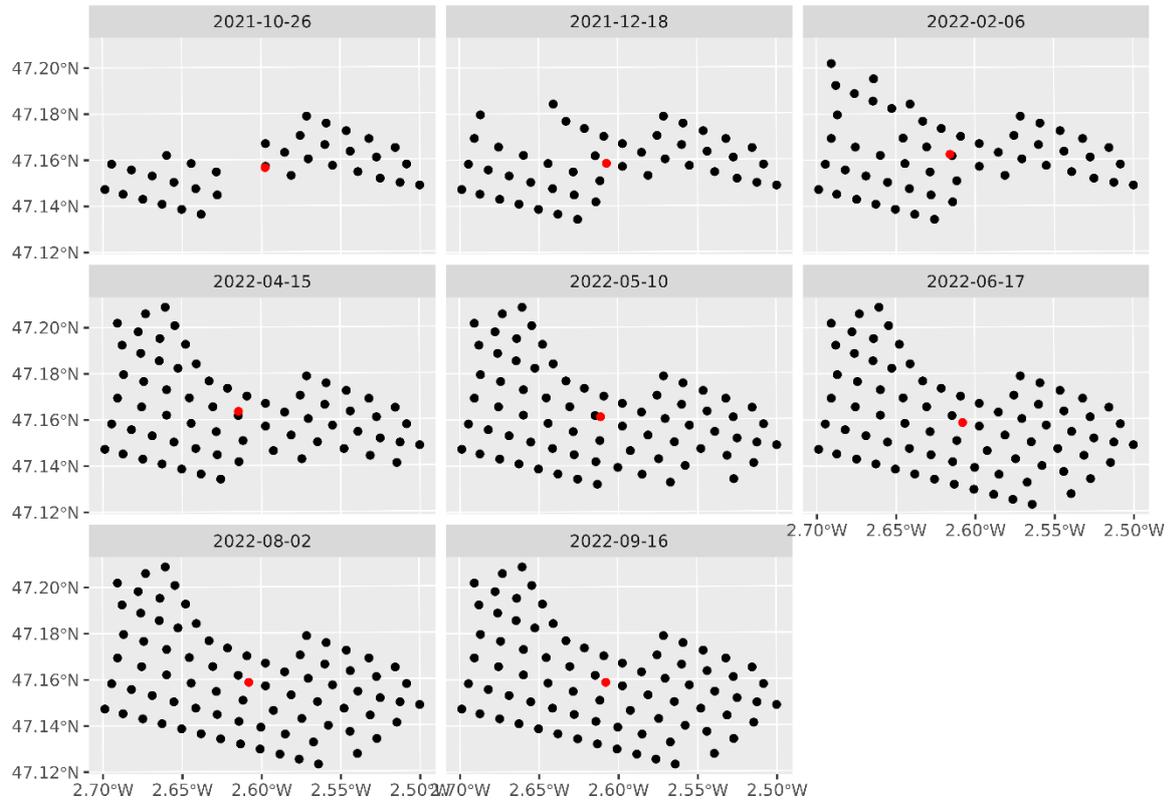


Figure 10 : **Emplacement des fondations (points noirs) le jour de chaque campagne aérienne de suivi de la Mégafaune marine.** Le centroïde de ces fondations est représenté en rouge. La distance aux fondations utilisée dans le modèle est la distance de chaque centroïde de cellule de la grille et le centroïde des fondations

Ainsi, pour chaque survol effectué lors de la phase de construction, nous avons calculé la distance aux travaux, comme étant la distance entre le centre de chaque cellule et le centroïde des fondations (Figure 10) qui est le point central des opérations effectués lors de la campagne. Une distance aux centroïdes du parc éolien est arbitrairement attribuée pour l'état de référence afin de comparer préférentiellement des cellules situées à la même distance du parc. La valeur de distance attribuée est alors la distance moyenne de chaque cellule aux fondations (moyenne sur 6 valeurs, les 6 suivis avec un nombre différent de fondations).

3.3.2.4 Variable Distance aux éoliennes

Nous avons également testé l'impact potentiel des éoliennes en exploitation sur la densité de l'avifaune et sa distribution spatiale. En effet, à partir de la campagne aérienne du 10 mai 2022, des éoliennes installées ont commencé à fonctionner pour des opérations de test et de mise en service. La mise en production effective de la première moitié du parc (Nord-Est et Sud-Ouest) a démarré le 14 juillet 2022. Le mouvement des éoliennes est susceptibles d'avoir une influence sur les comportements des oiseaux.

Position des éoliennes lors des dates de survol

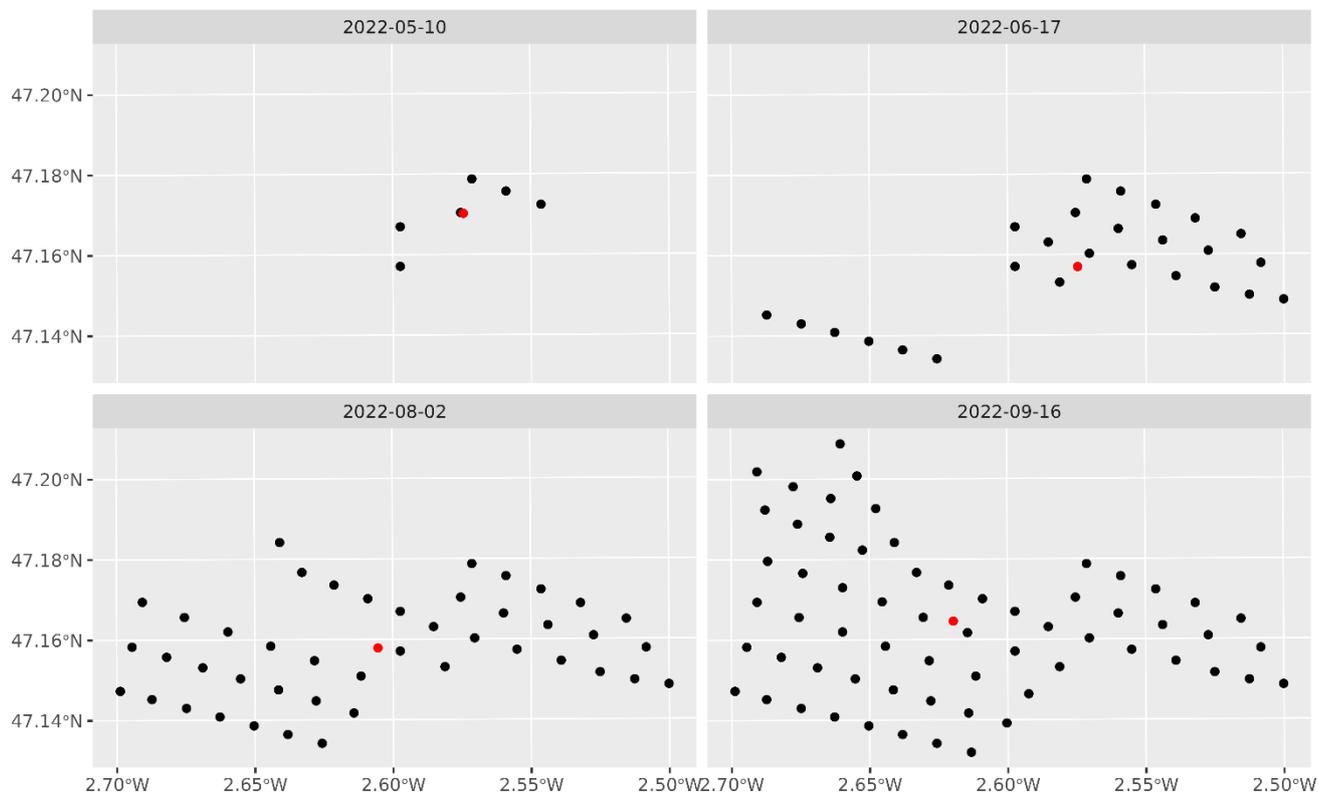


Figure 11 : **Emplacement des éoliennes en exploitation (points noirs) le jour des campagnes aériennes de suivi de la Mégafaune marine** (l'absence de carte pour les deux premières campagnes correspond à une absence d'éolienne). Le centroïde de ces éoliennes est représenté en rouge. La distance aux éoliennes en exploitation utilisée dans le modèle est la distance entre chaque centroïde de cellule de la grille et le centroïde des éoliennes

Pour chaque survol effectué lors de la phase de construction, nous avons calculé la distance aux éoliennes en exploitation, c'est à dire la distance entre le centre de chaque cellule et le centroïde des éoliennes (Figure 11). Une distance au parc éolien est arbitrairement attribuée pour l'état de référence afin de comparer préférentiellement des cellules situées à la même distance du parc. La valeur de distance attribuée est alors la distance moyenne de chaque cellule aux éoliennes (moyenne sur 4 valeurs).

3.3.2.5 Interaction entre les variables distance aux travaux ou aux éoliennes et la variable différence de protocole

Une variable **distance aux fondations** ou **distance aux éoliennes en exploitation** (notée *distance*) en interaction avec la variable différence de protocole permet de mesurer l'impact de la distance aux fondations ou aux éoliennes sur la densité d'observations. Afin de nous affranchir du cadre linéaire du modèle, quatre classes de distance sont construites. Elles permettent de dessiner une relation non-linéaire de l'effet de la construction ou de l'exploitation des éoliennes si une telle relation existe. Ces classes de distance sont construites pour chaque espèce en utilisant les quartiles afin qu'elles contiennent la même quantité de données. Ceci est important car en cas de déséquilibre trop important du nombre de données dans une classe entre l'EDR et l'année de construction, le modèle aura du mal à s'ajuster pour la classe qui n'a pas assez de données, générant au mieux un résultat avec une très forte incertitude et au pire l'absence de résultat.

3.3.3 Espèces concernées

Ce modèle a été ajusté pour 6 espèces : le Guillemot de Troïl, le Goéland argenté, le Goéland marin, le Fou de Bassan, la Mouette tridactyle et le Puffin des Baléares. Les quatre premières espèces ont été choisies car ceux sont celles qui réunissent le plus de données (au moins 50 observations lors de l'état de référence). La Mouette tridactyle et le Puffin des Baléares ont

été choisis pour leur intérêt écologique dans cette zone géographique. Cependant, le manque de données lors de l'état de référence pour ces deux espèces (26 observations pour la mouette tridactyle et 13 pour le Puffin des Baléares) ne permet pas l'ajustement des modèles. Seul la distance aux fondations a pu être testée pour la mouette tridactyle.

3.3.4 Traitement du biais de protocole

Arriver à distinguer l'effet du changement de protocole et de la présence de travaux, n'est pas un processus simple.

De manière synthétique, pour chaque modèle réalisé, un paramètre associé à la variable protocole a été estimé par le modèle. Ce paramètre est une estimation du biais de densité entre les 2 protocoles. Si nous illustrons cela par un exemple : le résultat du modèle nous indique qu'avec le protocole de la phase de construction on observe en moyenne 4 fois plus de Guillemot de Troïl qu'avec le protocole de l'EDR. En associant cette information à un travail de simulation (King et al. 2020, Annexe 1. 1.2.6) nous avons simulé des données de l'EDR 5 fois plus élevées que ce que nous avons pu observer sur le terrain. Ainsi c'est à partir de ces données que nous avons pu faire la **deuxième partie de la modélisation c'est-à-dire estimer la différence de densité d'observations entre l'EDR et la phase de construction dû à la présence des travaux ou des éoliennes, par la méthode BAG**. C'est à dire en considérant la distance aux perturbations comme une variable explicative de la variabilité de la distribution des observations.

3.3.5 Lecture des résultats

Les résultats finaux sont présentés sous la forme d'un graphique représentant la différence de densité d'observation entre la phase de construction et l'EDR pour chaque classe de distance aux travaux ou aux éoliennes (voir 3.3.2.3).

Pour chaque classe de distance, les extrémités des rectangles correspondent aux limites de l'intervalle de confiance à 95%⁵. L'étoile noire correspond à la médiane de la distribution de cette différence, et la barre noire à la moyenne. La ligne rouge indique une différence nulle. Si l'intervalle de confiance ne croise pas la ligne rouge, alors on peut dire qu'il y a une différence significative de densité entre l'EDR et l'année de construction dans un intervalle de distance donné. S'il le croise, alors il n'y a pas de différence significative de densité entre l'EDR et l'année de construction dans un intervalle de distance donné.

⁵ Cela signifie qu'il y a 95% de chance pour que la densité moyenne d'observation soit dans cet intervalle.

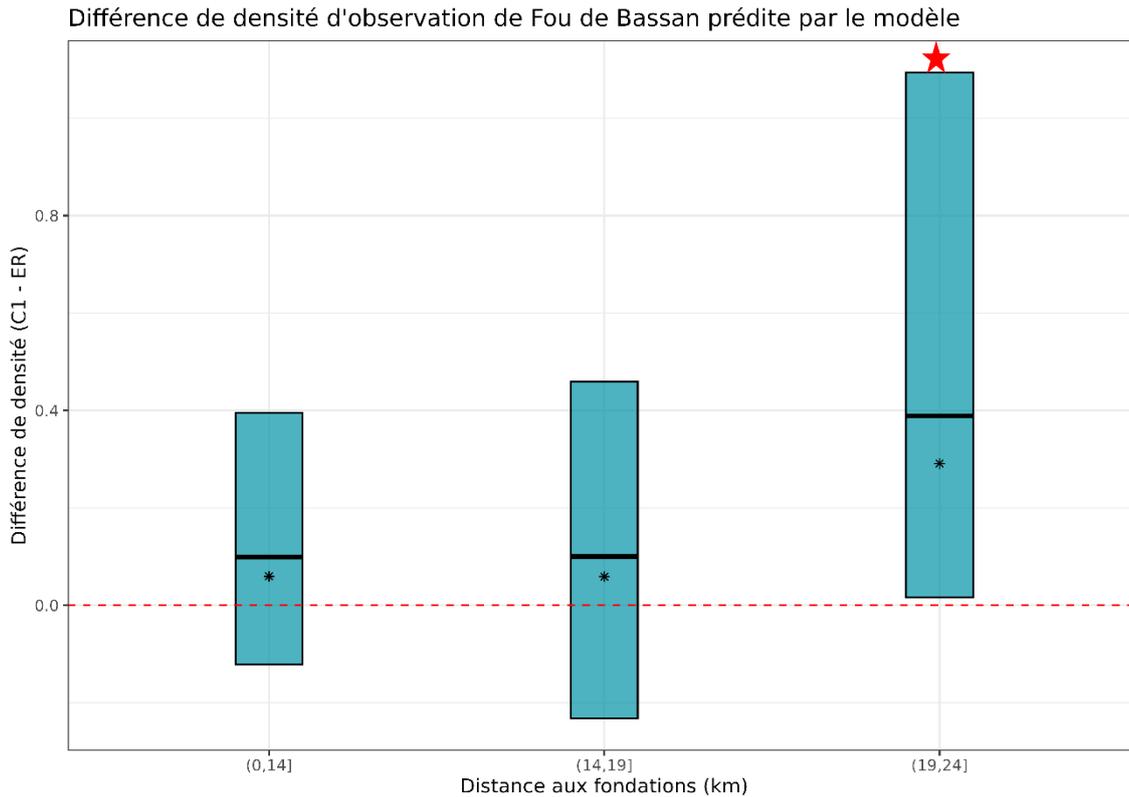


Figure 12 : Différence de densité entre l'état de référence et la phase de construction pour le Fou de Bassan en fonction de la distance aux travaux. Les étoiles noires représentent la médiane. Les limites des rectangles représentent l'intervalle de confiance à 95%. L'étoile rouge indique que pour cette classe de distance, il y a une différence significative de densité d'observation entre les deux phases, ici pour la classe de distance « 19 à 24 km ».

3.4 Contraintes et limites liées aux méthodes d'analyses

Lors de l'analyse des données de la phase de construction, nous avons eu à faire face à plusieurs contraintes qui ont eu pour conséquences de limiter les analyses ou les outils statistiques mobilisables. Ces limites ne remettent cependant pas en cause la robustesse des analyses et résultats qui sont présentés dans le présent document.

En 2010, le Ministère de l'Ecologie a publié un guide méthodologique de suivi des populations de l'avifaune marine (MNHN, 2010). Dans ce guide, il est recommandé, pour les suivis nautiques concernant l'avifaune marine, de réaliser des snapshots afin de mieux estimer la densité des oiseaux en vols et ainsi, la densité totale des oiseaux. Ce protocole a été mise en place pour chaque suivi nautique pendant les différentes phases de développement du parc de Saint-Nazaire (EI, EDR et Construction).

Cependant, lors de l'EI, l'utilisation de ce protocole n'étant pas encore bien acquise, les données snapshots collectées se sont révélées inexploitable. Par conséquent, les données snapshots de l'EI n'ont pu être utilisées lors de l'analyse de l'EDR. La méthode classique du distance sampling a permis d'estimer la densité et l'abondance des différentes espèces.

En revanche, les données snapshots acquises lors de l'EDR et de la phase construction sont exploitables.

Nous n'avons donc pu intégrer les données de l'EI au modèle BAG développé avec les données de l'EDR et de la phase construction.

Le changement de protocole - passage de suivis nautiques à des suivis digitaux- entre l'EDR et la phase de construction a eu un impact sur la détectabilité de nombreuses espèces (par exemple, des espèces comme le Guillemot de Troïl ou le Marsouin commun sont beaucoup plus visibles à partir vu du ciel). Par conséquence, les valeurs des densités d'observation ne sont pas comparables directement entre les deux phases. Des solutions ont été trouvées (en particulier à partir du modèle BAG) et présentées dans la section précédente pour s'affranchir en partie des limites associées.

Le nombre de suivis (4) sur la zone rapprochée, lors de la phase de construction, limite l'interprétation des phénologies pour les espèces telles que les goélands ou les labbes. En effet, ces espèces sont opportunistes et leur présence et les effectifs

peuvent varier de manière très importante entre deux suivis de par la présence d'un bateau de pêche ou du passage d'un banc de poissons. Ainsi, un pic observé un mois donné lors de l'EDR et absent le même mois pendant la phase de construction peut être lié à un événement ponctuel et non pas une conséquence d'une diminution de leur présence sur le site.

3.5 Méthodes synthétisées de traitement des données mammifères marins

Pour les mammifères marins, les mêmes protocoles et méthodologies décrites en Figure 3 (données issues des suivis nautiques pour l'EDR et données issues des suivis digitaux pour la construction), 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.

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

Tableau 25. Saisons biologiques considérées pour les mammifères marins.

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

4 Bilan des données de la phase de construction- Avifaune

4.1 Données générales concernant les expertises de la phase de construction 2021/2022

Note : Les données d'observation par sortie ne sont présentées dans le présent rapport que pour les expertises menées pendant la phase de construction en 2021/2022.

4.1.1 Données générales lors des sessions grands transects 2021/2022

Le présent chapitre présente les principales informations générales concernant les données issues des expertises grands transects 2021/2022, 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 2021 et septembre 2022, 24 585 oiseaux ont été notés, en cumulé sur les 8 sessions et sur 2 883 km parcourus.

Tableau 26. Effectifs cumulés des oiseaux, et leurs proportions (%) associées, par expertises aériennes digitales pendant la phase de construction.

Espèces	26/10/2021 1	18/12/2021 1	06/02/2022 2	15/04/2022 2	10/05/2022 2	17/06/2022 2	02/08/2022 2	15/09/2022 2	Total
Saison	Post_nuptia 1	Hivernage		Pré-nuptiale		Reproduction		Post_nuptia 1	
Alcidé sp.	136 6,20%	820 18%	645 12,54%	551 16,07%	4 0,36%	2 0,15%	0 0%	18 0,98%	2176
Guillemot de Troïl	510 23,27%	1254 27,53%	1967 38,25%	2071 60,41%	144 13,13%	1 0,07%	19 0,39%	7 0,35%	5973
Macareux moine	4 0,18%	0%	0%	8 0,23%	0%	0%	0%	0%	12
Pingouin torda	128 5,84%	408 8,96%	625 12,15%	68 1,98%	1 0,09%	0%	0%	3 0,1%	1233
Sous-total Alcides	778	2482	3237	2698	149	3	19	28	9394
Fou de Bassan	268 12,23%	61 1,34%	137 2,66%	120 3,50%	12 1,09%	1 0,07%	345 7,12%	717 36,30%	1661

Espèces	26/10/202 1	18/12/202 1	06/02/202 2	15/04/202 2	10/05/202 2	17/06/202 2	02/08/202 2	15/09/202 2	Total
Saison	Post_nuptia 1	Hivernage		Pré-nuptiale		Reproduction		Post_nuptia 1	
Sous-total Sulidés	268	61	137	120	12	1	345	717	1661
Goéland argenté	634 28,92%	389 8,54%	1176 22,87%	78 2,28%	424 38,65%	369 27,37%	1447 29,85%	86 4,35%	4603
Goéland brun	37 1,69%	36 0,79%	11 0,21%	158 4,61%	101 9,21%	153 11,35%	37 7,78%	23 1,16%	556
Goéland cendré	25 1,14%	103 2,26%	17 0,33%	22 0,64%	15 1,37%	9 0,67%	1 0,02	0	192
Goéland indéterminé	110 5,02%	176 3,86%	5 0,10%	16 0,47%	35 3,19%	35 2,60%	657 13,55%	62 3,14%	1096
Goéland leucophée	1 0,05%	0%	0%	0%	1 0,09%	0%	0%	0%	2
Goéland marin	63 2,87%	74 1,62%	3 0,06%	25 0,73%	10 0,91%	22 1,63%	74 1,53%	44 2,23%	315
Laridé indéterminé	117 5,34%	863 18,95%	2 0,04%	31 0,90%	31 2,83%	38 2,82%	27 0,56%	16 0,81%	1125
Mouette de Sabine	1 0,05%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1
Mouette indéterminée	62 2,83%	78 1,71%	10 0,19%	44 1,28%	16 1,46%	46 3,41%	1 0,02%	4 0,20%	261
Mouette mélanocéphale	1 0,05%	5 0,11%	5 0,10%	0%	0%	4 0,30%	2 0,04%	1 0,05%	18
Mouette pygmée	6 0,27%	1 0,02%	1 0,02%	21 0,61%	0%	0%	0%	0%	29
Mouette rieuse	6 0,27%	53 1,16%	1 0,02%	0%	0%	6 0,45%	1 0,02	2 0,10%	69
Mouette tridactyle	22 1%	125 2,74%	506 9,84%	0 0%	3 0,27%	1 0,07%	0%	1 0,05%	658
Sous-total Laridés	1085	1903	1737	395	636	683	2247	239	8925
Fulmar boréal	0%	0%	0%	2 0,06%	0%	0%	0%	1 0,05%	3
Puffin des Anglais	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2 0,04%	0%	2
Puffin des Baléares	0%	0%	0%	0%	2 0,18%	477 35,39%	1345 27,75%	394 19,95%	2218
Puffin indéterminé	0%	0%	0%	0%	0%	8 0,59%	18 0,37%	0	26
Sous-total Procellariidés	0	0	0	2	2	485	1407	395	2291
Océanite tempête	0%	0%	0%	0%	0%	0%	42		42

Espèces	26/10/2021 ₁	18/12/2021 ₁	06/02/2022 ₂	15/04/2022 ₂	10/05/2022 ₂	17/06/2022 ₂	02/08/2022 ₂	15/09/2022 ₂	Total
Saison	Post_nuptia ₁	Hivernage		Pré-nuptiale		Reproduction		Post_nuptia ₁	
Sous-total Hydrobatidés	0	0	0	0	0	0	42	0	42
Guifette noire	1 0,05%	0%	0%	0%	0%	0%	3 0,06	0	4
Sterne caugek	3 0,14%	8 0,18%	19 0,37%	28 0,82%	47 4,28%	113 8,38%	9 0,19%	24 1,22%	251
Sterne indéterminée	0%	0%	1 0,02%	88 2,57%	184 16,77%	47 3,49%	7 0,14%	7 0,35%	334
Sous-total Sternidés	4	8	20	116	231	160	16	31	586
Grand labbe	2 0,09%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2
Labbe indéterminé	1 0,05%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1
Labbe parasite	2 0,09%	0%	0%	0 0,00%	0%	0%	0%	0%	2
Sous-total Labbes	5	0	5						
Grand cormoran	2 0,09%	5 0,11%	2 0,04%	1 0,03%	2 0,18%	1 0,07%	0	2 0,10%	15
Cormoran huppé	11 0,50%	20 0,44%	0%	15 0,44%	1 0,09%	2 0,15%	9 0,19%	8 0,41%	66
Cormoran indéterminé	3 0,14%	1 0,02%	0%	0%	20 1,82%	2 0,15%	4 0,08%	2 0,10%	32
Sous-total Phalacrocoracidés	16	26	2	16	23	5	13	12	113
Plongeon arctique	0%	1 0,02%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1
Plongeon catmarin	0%	20 0,44%	3 0,06%	1 0,03%	1 0,09%	0%	0%	0%	25
Plongeon imbrin	0%	3 0,07%	0%	1 0,03%	0%	0%	0%	0%	4
Plongeon indéterminé	0%	1 0,02%	1 0,02%	3 0,09%	0%	0%	0%	0%	5
Sous-total Gavidés	0	25	4	5	1	0	0	0	35
Macreuse noire	0%	2 0,04%	0%	56 1,63%	1 0,09%	0%	0%	0%	59
Eider à duvet	0%	2 0,04%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2
Tadorne de Belon	0%	0%	0%	4 0,12%	0%	2 0,15%	0%	0%	6

Espèces	26/10/202 1	18/12/202 1	06/02/202 2	15/04/202 2	10/05/202 2	17/06/202 2	02/08/202 2	15/09/202 2	Total
Saison	Post_nuptia 1	Hivernage		Pré-nuptiale		Reproduction		Post_nuptia 1	
Sous-total anatisés	0	4	0	60	1	2	0	0	67
Grèbe huppé	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6 0.30%	6
Grèbe indéterminé	2 0,09%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2
Sous-total Podicipadidé	2	0	0	0	0	0	0	6	8
Limicole indéterminé	0%	0%	0%	1 0,03%	36 3,28%	0%	20 0.41%	2 0.10%	59
Sous-total Limicoles	0	0	0	1	36	0	20	2	59
Martinet noir	0%	0%	0%	0%	4 0,36%	3 0,22%	0%	0%	7
Engoulevents sp.	0%	0%	0%	1 0,03%	0%	0%	0%	0%	1
Faucon crécerelle	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1 0.05%	1
Balbuzard pêcheur	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1 0.05%	1
Oiseau indéterminé	34 1,55%	46 1,01%	6 0,12%	13 0,38%	2 0,18%	6 0,45%	32 0.66%	423 21.42%	562
Sous-total Autres oiseaux	34	46	6	14	6	9	32	425	572
Total général	2 192	4 555	5 143	3 428	1 097	1 348	4 847	1 975	24 585

4.1.1.2 Effectifs cumulés par espèces ou groupes d'espèces

En termes d'effectifs, les alcidés rassemblent 40% de l'effectif total cumulé observé (Figure 13) sur les 8 sessions (en nombre d'individus cumulé sur l'ensemble des sessions d'expertise). Mais cette proportion varie fortement entre les périodes biologiques des oiseaux, de moins de 0,1% en période estivale à des proportions de 50 voire 60% des effectifs totaux lors des sessions de décembre, février et avril (hivernage et migration pré-nuptiale) (Figure 14). Les laridés (toutes espèces confondues) représentent aussi une large proportion (38%) des effectifs observés (Figure 13). Au cours des 4 périodes biologiques, la proportion des laridés varie, mais ils représentent lors de tous les suivis une part significative des détections. Les sulidés (Fou de Bassan), procellariidés (puffins) représentent respectivement 7 et 10% des effectifs notés, tandis que les sternidés cumulent 2% des effectifs totaux. Ces familles sont présentes de manière prédominante au cours d'une ou deux saisons (les sulidés et les procellariidés lors de la migration postnuptiale et les sternidés en période de reproduction) et absentes ou avec de très faibles effectifs au cours des autres saisons.

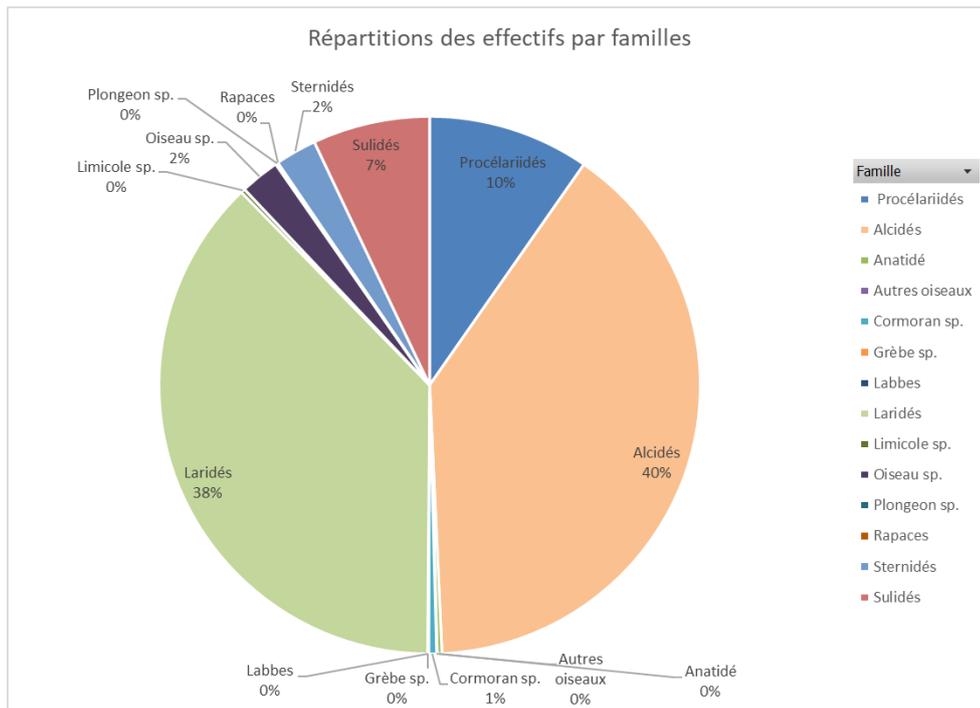


Figure 13. Répartition des effectifs totaux des oiseaux observés organisée en famille d'espèces. – Grands transects (avion digital). Seules les familles avec au moins une détection sont indiquées.

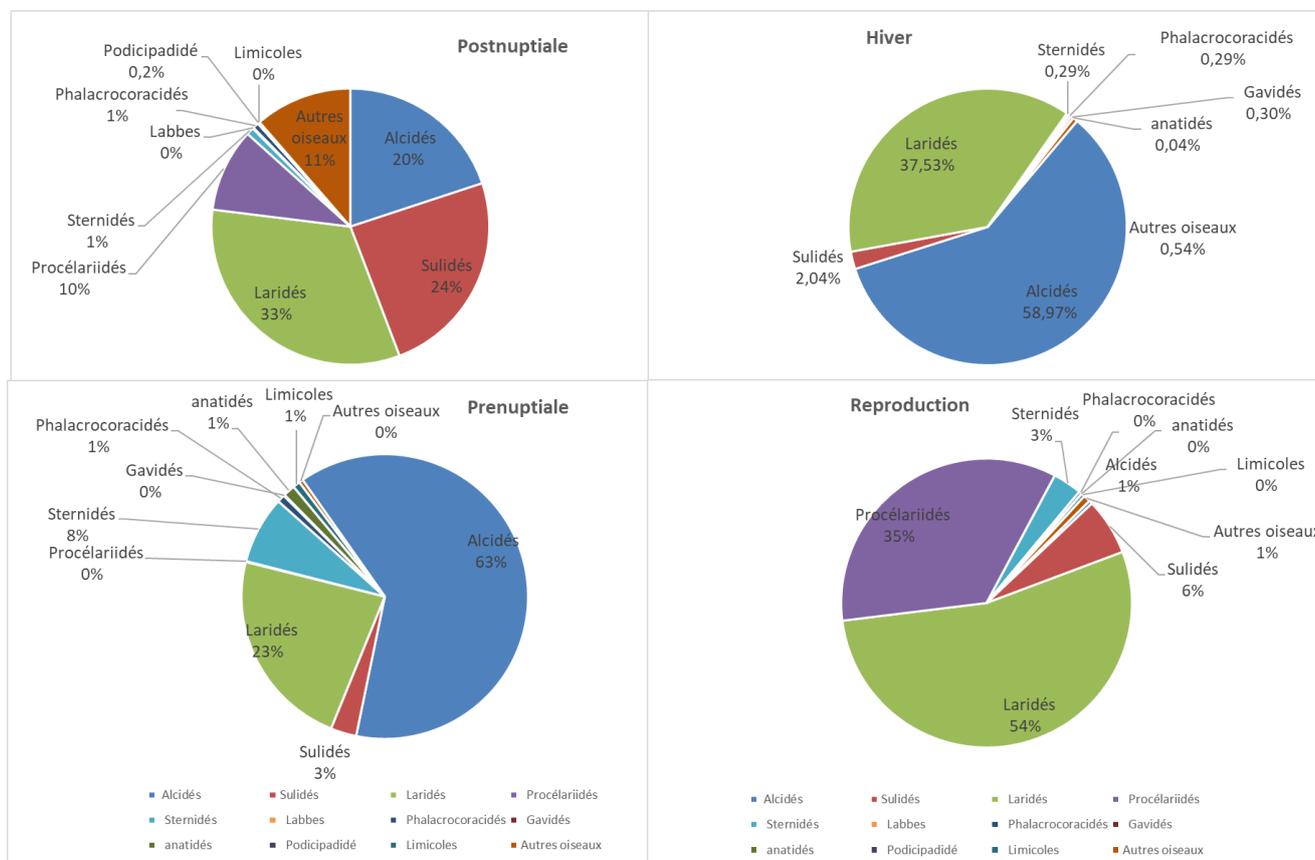


Figure 14. Répartition des effectifs totaux des oiseaux observés organisée par saison et par famille d'espèces – Grands transects (avion digital). Seules les familles avec au moins une détection sont indiquées.

4.1.1.2.1. Synthèse des taux d'identification par famille lors de l'année de construction

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 classifiés, dans la famille, sous-famille ou sous_groupe, comme indéterminés par le nombre total d'individus pour cette famille, sous-famille, ou sous-groupe. Pour 4 groupes, le taux d'identification donné par HiDef diffère largement de celui obtenu sur ce projet. Le taux d'identification des Goélands et des mouettes est plus faible (84.5% et 50% respectivement) sur ce projet par rapport aux taux d'HiDef (93% et 98%). Cette différence s'explique par la plus grande diversité d'espèces dans ces familles sur la zone du projet par rapport aux zones d'études suivies par HiDef (Royaume uni). A l'opposé le taux d'identification des sternidés est plus élevé sur ce projet (68%), par rapport aux taux d'identification d'HiDef (45%), ceci s'explique aussi par une différence de diversité d'espèces dans cette famille. Sur la zone du projet, il y a essentiellement de la Sterne caugek qui est facilement identifiable, alors que dans les zones au nord de l'Europe, il a beaucoup plus de Sterne pierregarin et Sterne arctique, difficilement distinguable.

Tableau 27 : taux d'identification à la famille, sous-famille ou sous- groupes des détections par avion digital lors de l'année de construction et valeurs de référence indiquer dans la réponse à l'appel d'offre.

Famille/Sous-famille/sous-groupe	Année de construction			Valeurs de Référence HiDef		
	Moyenne (%)	SD	Effectif (N)	Moyenne (%)	SD	Effectif
Sulidés	100,00%	0,00	1 661	98.17	0.04	7 875
Anatidés	100,00%	0,00	67	99.97%	0	69 212
Procellariidés	99,41%	0,01	2 333			
Goélands	84,49%	0,13	6 764	93.03%	0.01	1 850
Mouettes	49,68%	0,29	1 036	97.62%	0.03	6 908
Larinés	74,44%	0,17	8 925			
Labbes	80,00%		5			
Gavidés	77,75%	0,27	35			
Phalacrocoracidés	75,38%	0,29	113			
Alcidés	71,94%	0,25	9 394	94.61%	0.03	36 957
Sternidés	67,97%	0,32	586	44.90%	0.5	1 429
Podicipédidé	50,00%	0,71	8			
Autres oiseaux	13,45%	0,24	572			
Limicoles	0,00%	0,00	59			
Total général	76,75%	0,10	24 585	95%	0.02	137 071

4.1.2 Données générales lors des sessions petits transects 2021/2022

Le présent chapitre présente les principales informations générales concernant les données issues des expertises petits transects 2021/2022, 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 octobre 2021 et septembre 2022, 3221 oiseaux ont été notés sur 380 km parcourus.

Tableau 28. Effectifs des oiseaux observés, et leurs proportions associées, lors des 4 sessions petits transects.

Espèces	14/12/2021	09/05/2022	13/07/2022	15/09/2022	Total par espèce
	Hivernage	Pre-nuptial	Eté	Post-nuptial	
Alcidé sp.	52 7,43 %	1 0,13 %	0 0 %	0 0 %	53 1,65 %
Guillemot de troil	523 74,71 %	0 %	1 0,12 %	0 0 %	524 16,27 %
Pingouin torda	6 0,86 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %	6 0,19 %
Sous-total Alcidiés	581	1	1	0	583
Fou de Bassan	39 5,57 %	90 11,95 %	6 0,73 %	507 53,82 %	642 19,93 %
Sous-total Sulidéss	39	90	6	507	642
Goéland argenté	5 0,71 %	70 9,3 %	68 8,23 %	216 22,93 %	359 11,15 %
Goéland brun	2 0,29 %	2 0,27 %	99 11,99 %	10 1,06 %	113 3,51 %
Goéland cendré	0 0 %	0 0 %	0 0 %	2 0,21 %	2 0,06 %
Goéland marin	42 6 %	54 7,17 %	58 7,02 %	136 14,44 %	290 9 %
Goéland sp.	0 0 %	516 68,53 %	213 25,79 %	6 0,64 %	735 22,82 %
Mouette pygmée	1 0,14 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %	1 0,03 %
Mouette tridactyle	28 4 %	1 0,13 %	0 0 %	0 0 %	29 0,9 %
Sous-total Laridés	78	643	438	370	1529
Puffin des baléares	0 0 %	0 0 %	378 45,76 %	49 5,2 %	427 13,26 %
Sous-total Procélariidés	0	0	378	49	427
Océanite tempête	0 0 %	0 0 %	0 0 %	3 0,32 %	3 0,09 %
Sous-total Hydrobatidés	0	0	0	3	3
Sterne caugek	0 0 %	14 1,86 %	0 0 %	3 0,32 %	17 0,53 %
Guifette noire	0 0 %	2 0,27 %	0 0 %	0 0 %	2 0,06 %
Sous-total Sternidés	0	16	0	3	19
Grand labbe	0 0 %	0 0 %	2 0,24 %	0 0 %	2 0,06 %
Sous-total Labbes	0	0	2	0	2
Cormoran huppé	0 0 %	0 0 %	1 0,12 %	0 0 %	1 0,03 %

Espèces	14/12/2021	09/05/2022	13/07/2022	15/09/2022	Total par espèce
	Hivernage	Pre-nuptial	Eté	Post-nuptial	
Sous-total Phalacrocoracidés	0	0	1	0	1
Plongeon catmarin	1 0,14 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %	1 0,03 %
Sous-total Gavidés	1	0	0	0	1
Macreuse noire	0 0 %	0 0 %	0 0 %	2 0,21 %	2 0,06 %
Sous-total Anatidés	0	0	0	2	2
Busard Saint-Martin	0 0 %	0 0 %	0 0 %	1 0,11 %	1 0,03 %
Grand Gravelot	0 0 %	0 0 %	0 0 %	2 0,21 %	2 0,06 %
Héron cendré	0 0 %	0 0 %	0 0 %	5 0,53 %	5 0,16 %
Martinet noir	0 0 %	1 0,13 %	0 0 %	0 0 %	1 0,03 %
Passereau sp.	1 0,14 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %	1 0,03 %
Pigeon ramier	0 0 %	2 0,27 %	0 0 %	0 0 %	2 0,06 %
Sous-total autres oiseaux	1	3	0	8	12
Total par suivi	700	753	826	942	3221

4.1.2.2 Nombres d'observations par espèces ou groupes d'espèces

Une observation consiste en un contact d'une espèce lors des expertises, elle ne considère pas la taille du groupe observés. Elle peut donc concerner un ou plusieurs oiseaux de la même espèce. L'observation est l'unité de base de certaines analyses statistiques de données.

Les alcidés (composés à 90% de Guillemots de Troïl), les goélands et les Fous de Bassan sont les trois groupes d'espèces qui rassemblent entre 84% et 92% des observations d'oiseaux notés lors de chaque expertise. Sur l'ensemble des 4 expertises sur petits transects, ils rassemblent 89% des observations réalisées (Figure 15).

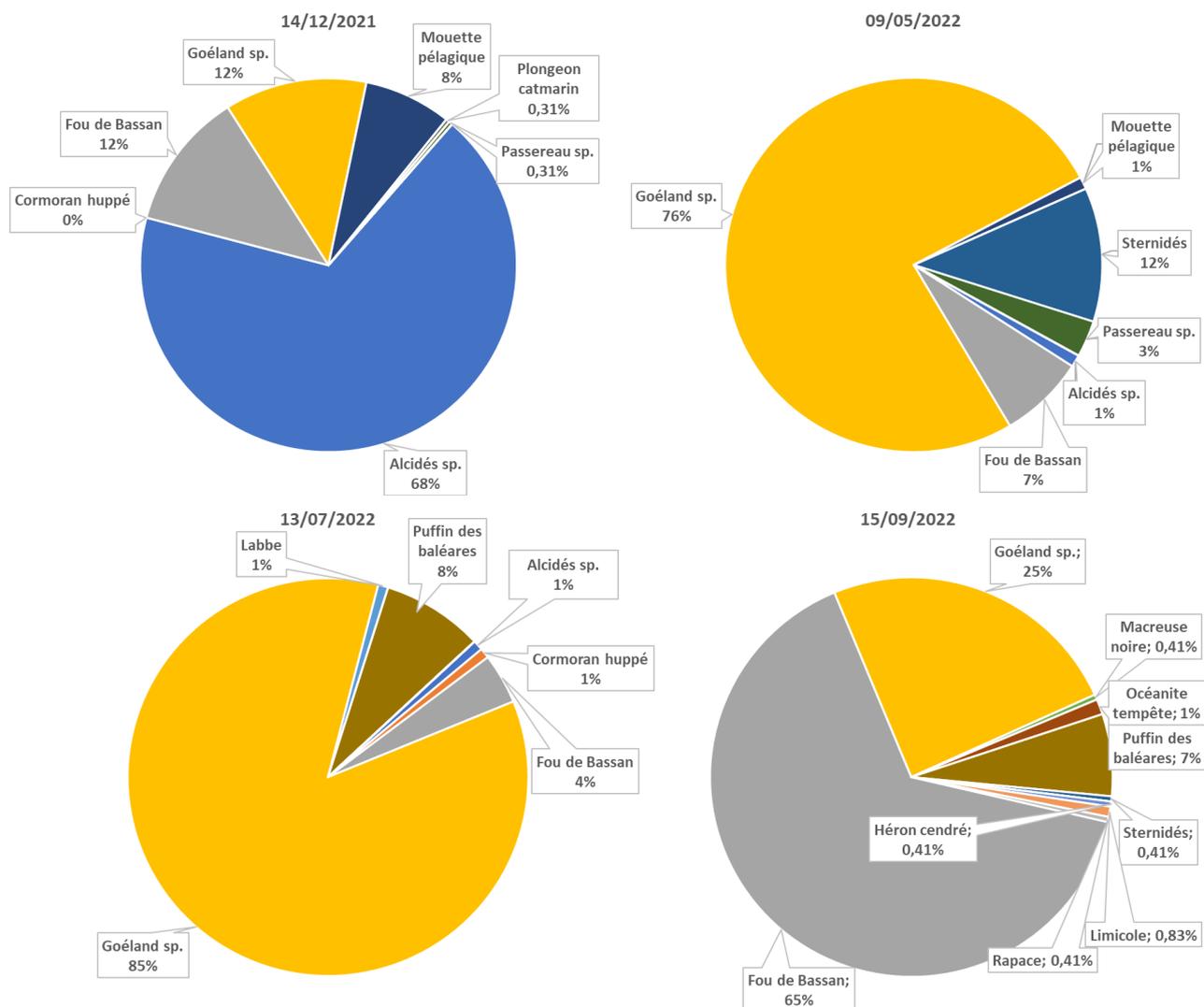


Figure 15. Répartition du nombre d'observations par saison et par famille d'espèce pendant l'année de construction – Petits transects bateau

Le tableau ci-dessous présente la taille de groupes pour les principales espèces observées. En fonction des espèces la taille des groupes varient énormément, de 1 à 400 individus pour les goélands ou de 1 à 200 individus pour les Fous de Bassan, et Puffin des Baléares par exemple (Tableau 29).

Tableau 29. Tableau de synthèse de la taille des groupes d'observations lors du suivi nautique de la phase de construction.

Espèces	Nombre d'observations	Taille min des groupes	Taille moyenne des groupes	Taille max des groupes
Alcidé sp.	3	1	17,67	50
Fou de Bassan	207	1	3,10	200
Goéland argenté	79	1	4.54	200
Goéland brun	29	1	3.89	25
Goéland marin	118	1	2.48	90
Goéland sp.	46	1	15.98	400
Guifette noire	2	1	1,00	1

Espèces	Nombre d'observations	Taille min des groupes	Taille moyenne des groupes	Taille max des groupes
Guillemot de troïl	214	1	2,45	20
Mouette pygmée	1	1	1,00	1
Mouette tridactyle	24	1	1,20	3
Pingouin torda	1	6	6,00	6
Plongeon catmarin	1	1	1,00	1
Sterne caugek	10	1	1,71	5
Puffin des Baléares	26	1	16.42	200

4.1.2.3 Nombres des effectifs par espèces ou groupes d'espèces

En termes d'effectifs (Tableau 28 et Figure 16) les alcidés, composés essentiellement du Guillemot de Troïl, sont majoritaires en hiver (83% des effectifs). En période prénuptiale, ce sont les goélands qui deviennent majoritaires avec 85% des effectifs. En été, les effectifs sont dominés par les goélands (53%) et les Puffins des Baléares (4%). En période postnuptiale, ce sont les Fous de Bassan et les goélands qui composent la majorité des oiseaux observés.

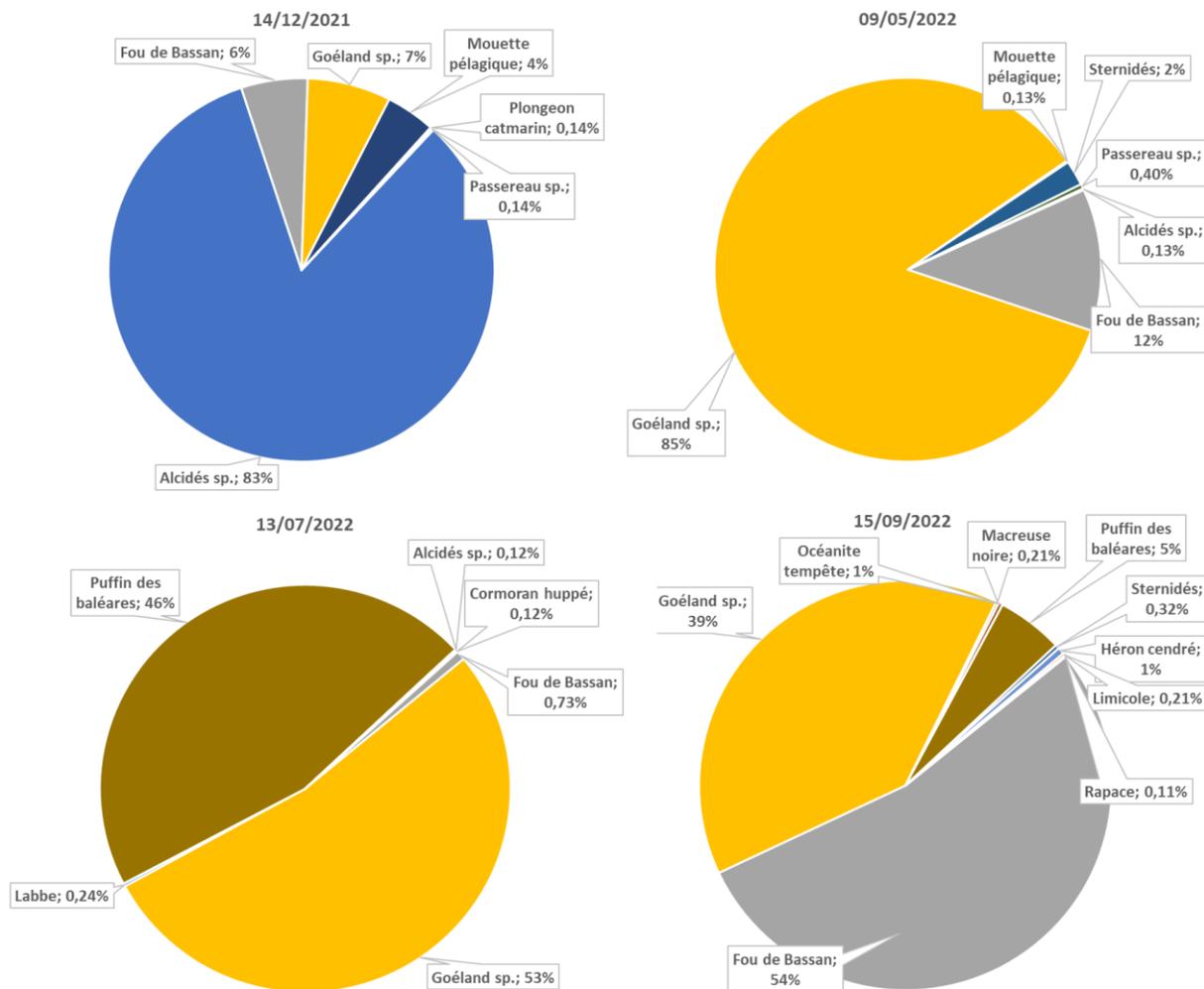


Figure 16. Répartition des effectifs totaux des oiseaux observés organisée par saison et par famille d'espèces – Petits transects bateau. Seules les familles avec au moins une détection sont indiquées.

4.1.2.4 Analyse des comportements

Les comportements des oiseaux ont été notés lors des observations, notamment s'ils étaient posés, en vol, en activité d'alimentation, etc. Le présent chapitre fournit une synthèse des activités constatées pour certaines espèces ou groupes d'espèces.

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, appelé cleptoparasitisme, sur les laridés 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.

Une analyse synthétique a été menée pour les principales espèces d'oiseaux marins observés (espèces dont plus de 15 individus ont été observés) lors des expertises, en distinguant ici trois 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).
- 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).
- 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.

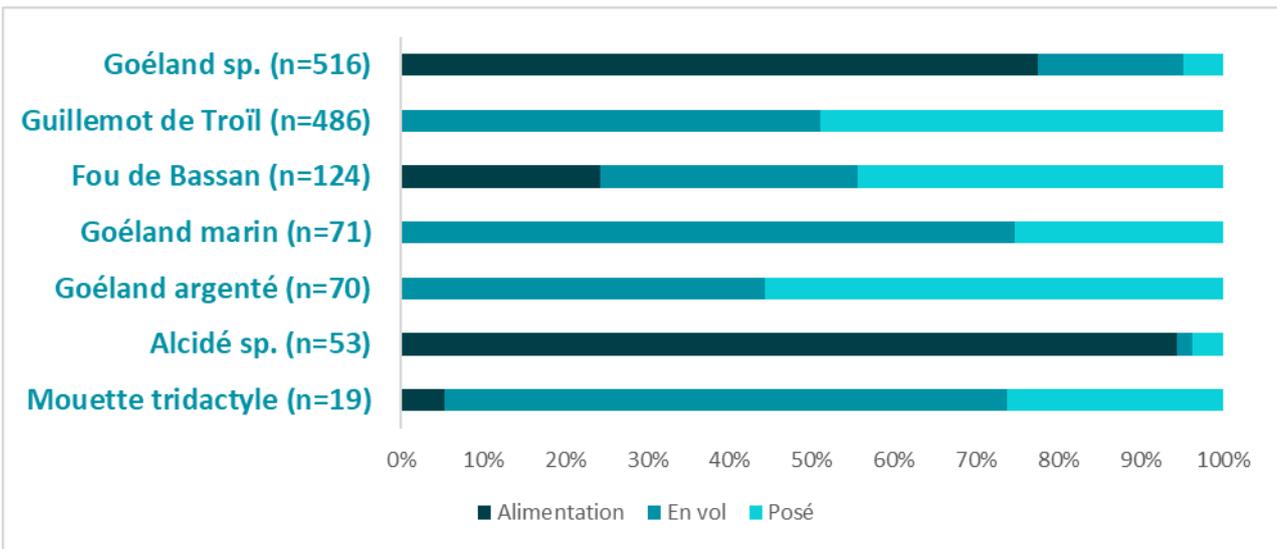


Figure 17. Proportion d'oiseaux en recherche active d'alimentaire (chasse/pêche), posés ou en vol sans signe d'alimentation.

5 Analyse comparative « Avifaune » - Etat initial, état de référence et phase de construction

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 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 sur :

- La variabilité de présence de l'espèce ou du groupe d'espèces étudié au cours d'une année (phénologie de présence pour la phase de construction, c'est-à-dire les variations intra-annuelles) ;
- L'analyse des similitudes ou différences entre les données collectées lors des campagnes 2013/2015, 2019/2020 et 2021/2022, c'est-à-dire les variations interannuelles ;
- L'analyse des phénologies sera directement mise en relation avec les informations collectées sur la distribution géographique des observations.

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.

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

5.1.2.2 Analyse BAG

Pour les espèces décrites dans la section (3.3.3) avec suffisamment d'observations, les résultats de l'analyse BAG seront fournis et mis en perspective par rapport aux analyses comparatives de phénologies et distribution spatiale.

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

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

Comme pour les grands transects, une comparaison des phénologies et des distributions sera faite entre l'état de référence et l'année de construction. Le lien avec les données de l'état initial sera fait grâce à la présentation de tableaux de synthèse.

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 de chasse 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 Analyse des hauteurs de vol

Présentation de graphiques de hauteurs de vol pour les données petits transects, par rapport aux hauteurs de pales des éoliennes.

5.1.5 Synthèse

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

5.2 Analyse comparative pour les 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 30. Synthèse du nombre total d'observations de goélands sur l'ensemble des transects (grands et petits), et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors des 3 phases de suivis (état initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020, et année de construction : 2021/2022)

Espèces	2013/2015			2019/2020			2021/2022		
	Présence annuelle	Pic de Présence	Nombre d'individus	Présence annuelle	Pic de présence	Nombre d'individus	Présence annuelle	Pic de présence	
Goéland argenté	4 saisons	Août Septembre	2769	4 saisons	Juin	4962	4 saisons	Août	
Goéland brun	4 saisons	Aout, Octobre	363	4 saisons	Mai	669	4 saisons	Août	
Goéland marin	4 saisons	Juin	1163	4 saisons	Juin Août	605	4 saisons	Août	

Goéland cendré	Automne, hiver	Décembre	22	Automne, hiver, printemps	Octobre	194	4 saisons	Décembre
----------------	----------------	----------	----	---------------------------	---------	-----	-----------	----------

5.2.2 Exploitation de la zone élargie du parc - grands transects

Pendant l'EDR et l'année de construction 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 31, Tableau 33, Tableau 32). Les mois avec les plus fortes densités diffèrent légèrement entre l'état de référence et l'année de construction. Lors de l'état de référence, les plus fortes densités avaient été notées à la fin du printemps / début été, alors que pendant l'année de construction les plus fortes densités ont été observés en été lors d'un pic au mois d'août pour le Goéland argenté et brun, alors que pour le Goéland marin les densités étaient plus fortes d'août à octobre, comme c'était le cas lors de l'état initial.

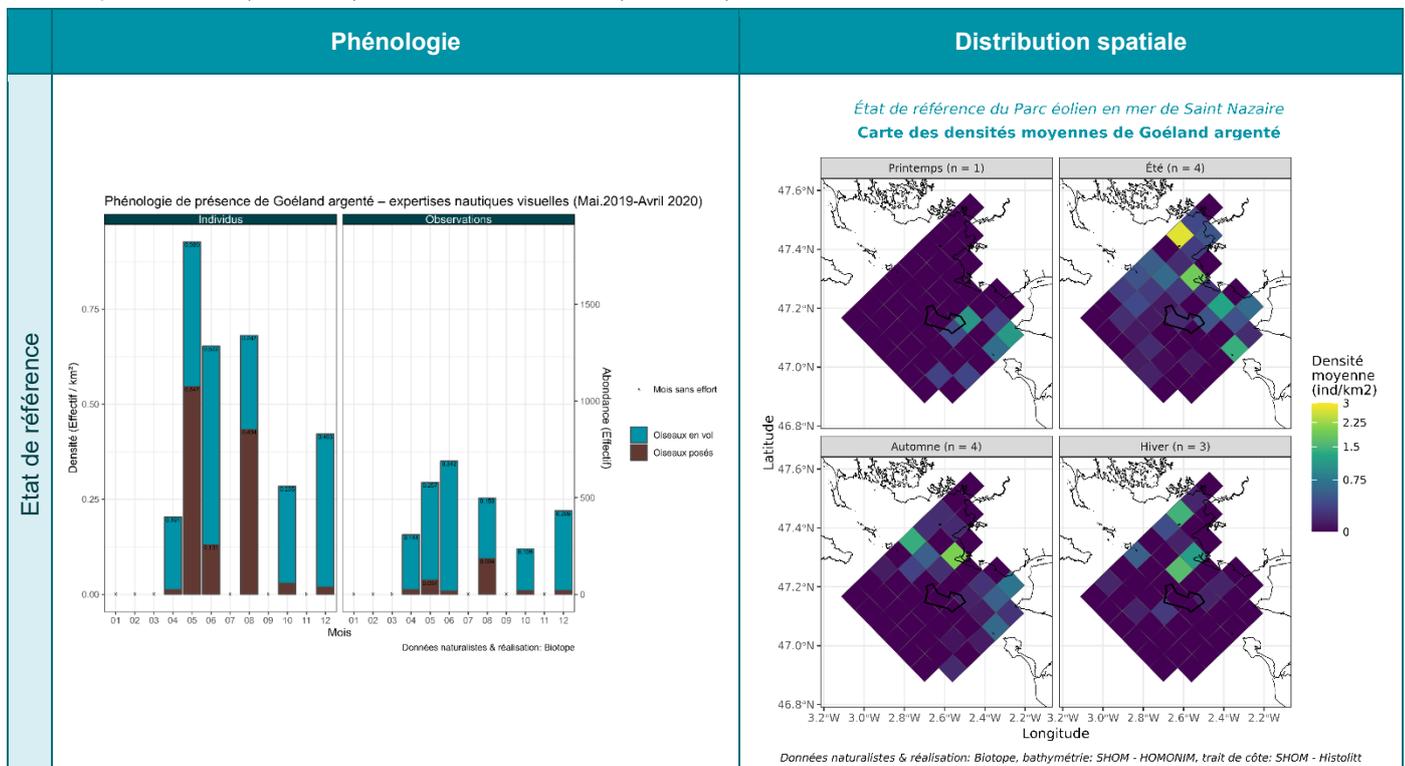
En général, le pic de mai / juin correspondant à la présence des oiseaux nicheurs locaux en recherche alimentaire. Le deuxième pic, centré sur la période août pour le Goéland argenté et le Goéland marin et en octobre pour le Goéland brun, correspond à la dispersion estivale des oiseaux et au début de la migration postnuptiale pour ces espèces, ce qui peut expliquer un plus grand nombre d'individus

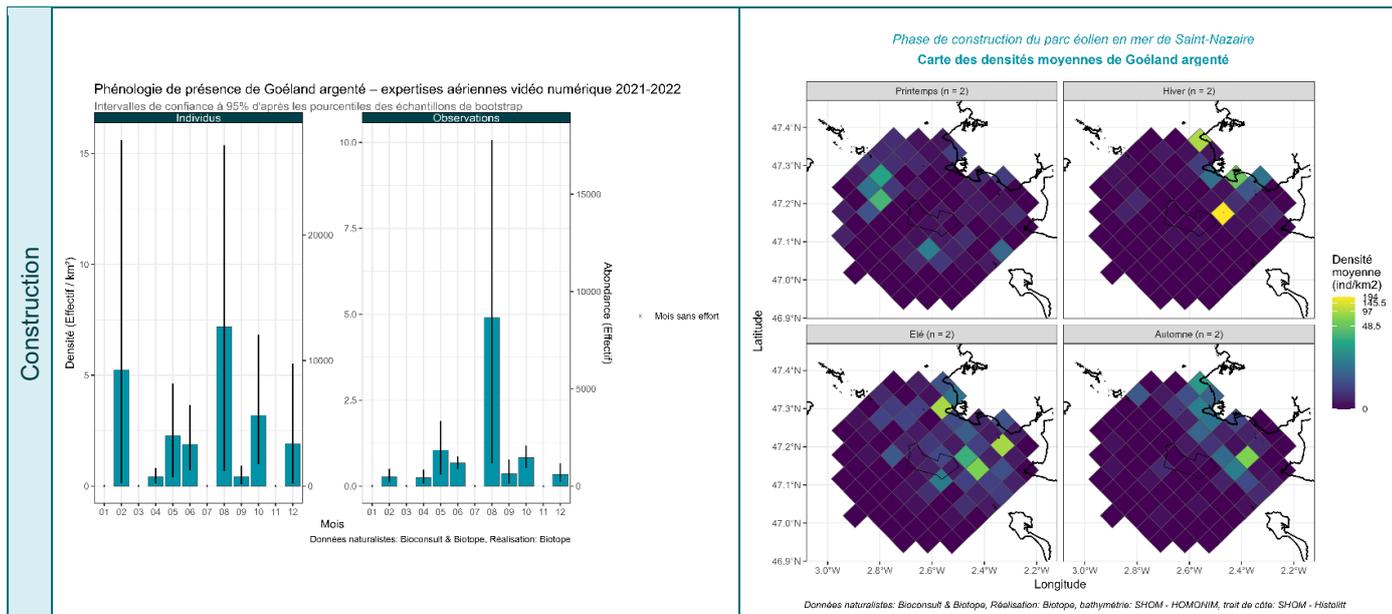
5.2.2.1 Goéland argenté - exploitation de la zone élargie du parc – grand transect

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

Les observations sont majoritairement réalisées à moins de 20 km des côtes lors de l'EDR et de l'année de construction. Les cartes de densités en période printanière et estivale ne font pas ressortir de différences significatives au sein du parc éolien, aux abords ou à distance de celui-ci. Des concentrations habituelles, 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.

Tableau 31. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland argenté selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).





5.2.2.1.2. Analyse BAG

Le modèle BAG appliqué au Goéland argenté pour mesurer la différence de densité par rapport à la distance aux fondations détecte une différence de densité significative et positive entre les deux années de suivis dans les trois classes de distance entre 0km et 24km des fondations (Figure 22). Dans la zone du parc (<14km) la densité d'observation moyenne en phase de construction est très légèrement supérieure en phase de construction. Cette espèce est connue pour être particulièrement curieuse par rapport au parc. Dans les classes de distances à la périphérie du parc (>14km), cette différence est plus importante et plus variable.

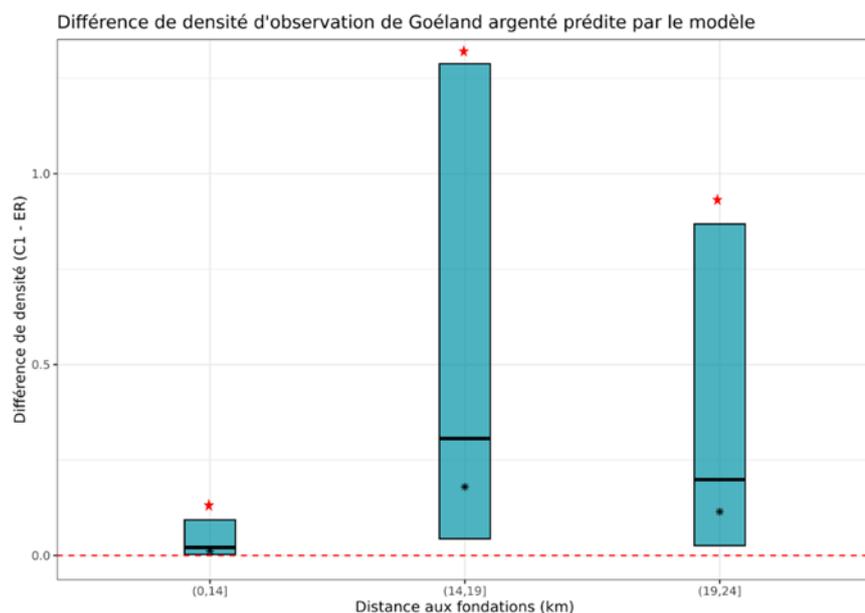


Figure 22 : Différence de densité moyenne des observations entre l'état de référence et la phase de construction pour le Goéland argenté en fonction de la distance aux travaux. Les étoiles noires représentent la médiane, la barre noire représente la moyenne et les limites des rectangles l'intervalle de confiance à 95%. Les étoiles rouges indiquent que les densités moyennes sont significativement différentes entre les 2 phases du projet. La densité est exprimée en nombre d'observations par km².

Le modèle BAG appliqué au Goéland argenté pour mesurer la différence de densité entre les deux années de suivi, indique une densité d'observation moyenne significativement plus élevée lors de l'année de construction entre 14km et 20km des éoliennes que pendant l'EDR.

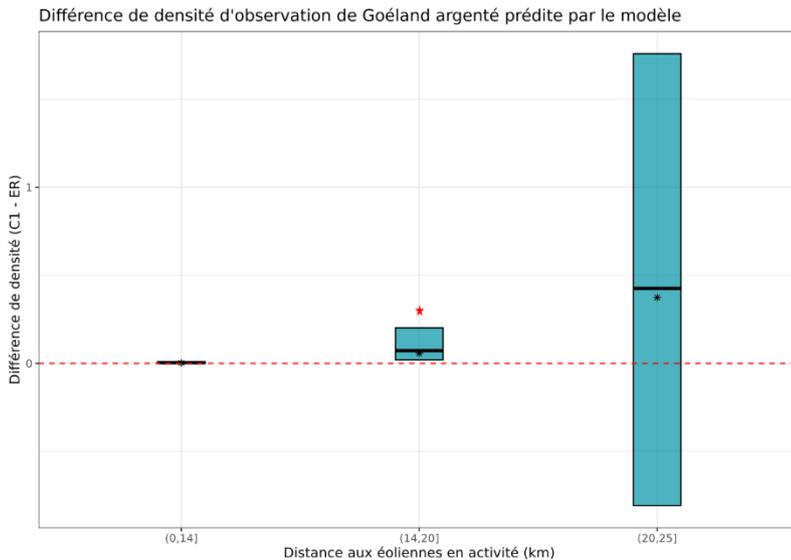


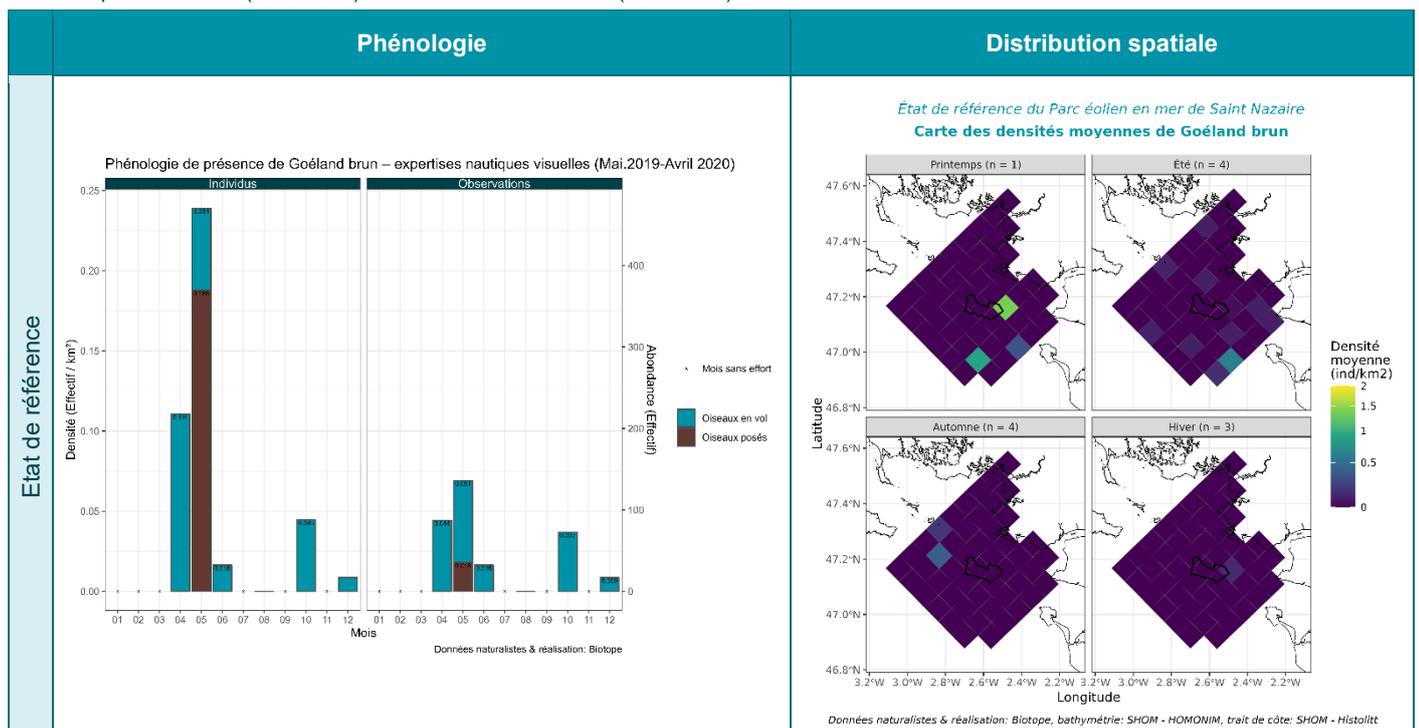
Figure 23: Différence de densité moyenne des observations entre l'état de référence et la phase de construction pour le Goéland argenté en fonction de la distance aux éoliennes. Les étoiles noires représentent la médiane, la barre noire représente la moyenne et les limites des rectangles l'intervalle de confiance à 95%. Les étoiles rouges indiquent que les densité moyennes sont significativement différentes entre les 2 phases du projet. La densité est exprimée en nombre d'observations par km².

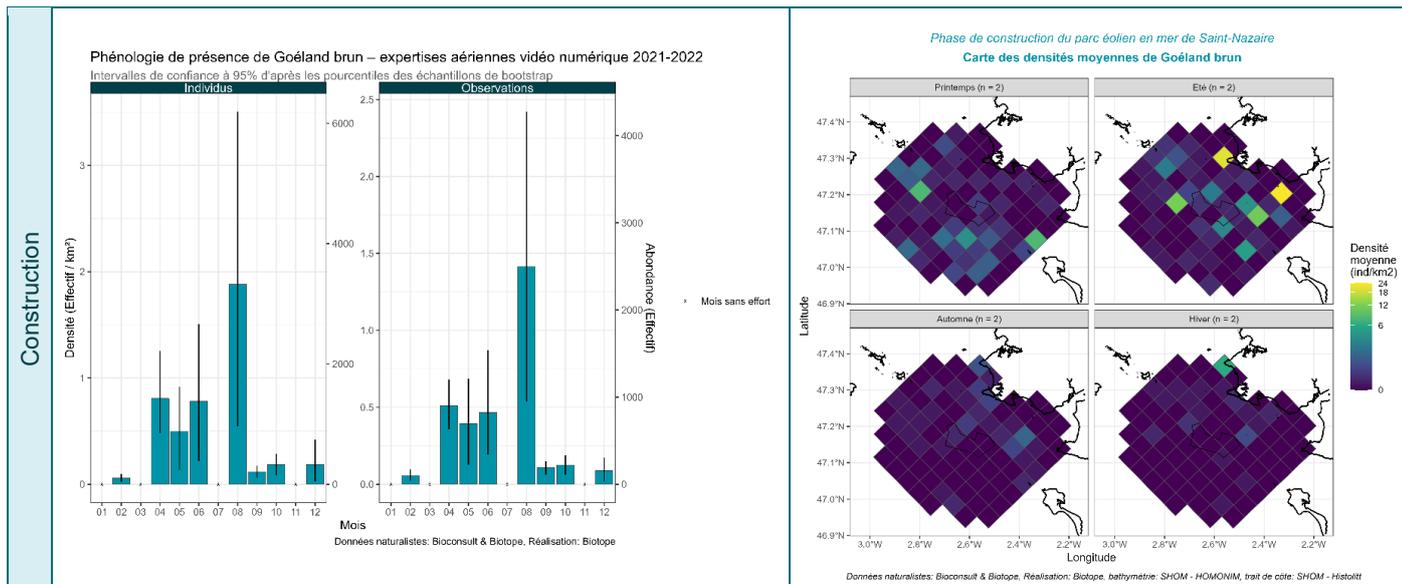
5.2.2.2 Goéland brun - Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations – grands transects / Goéland brun

Pendant l'année de construction, le pic de présence est en août, tout comme pendant l'étude d'impact (Tableau 32).

On constate une fréquentation de l'ensemble de l'aire d'étude élargie par cette espèce, avec une distribution plus homogène sur l'ensemble de la zone au printemps et en été. Cette différence d'aire de distribution entre les saisons est plus marquée pendant l'année de construction. Cependant des densités plus fortes à moins de 15 km des côtes. Les cartes de densités en période printanière et estivale ne font pas ressortir de différences significatives au sein du parc éolien, aux abords ou à distance de celui-ci.

Tableau 32. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland brun selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).





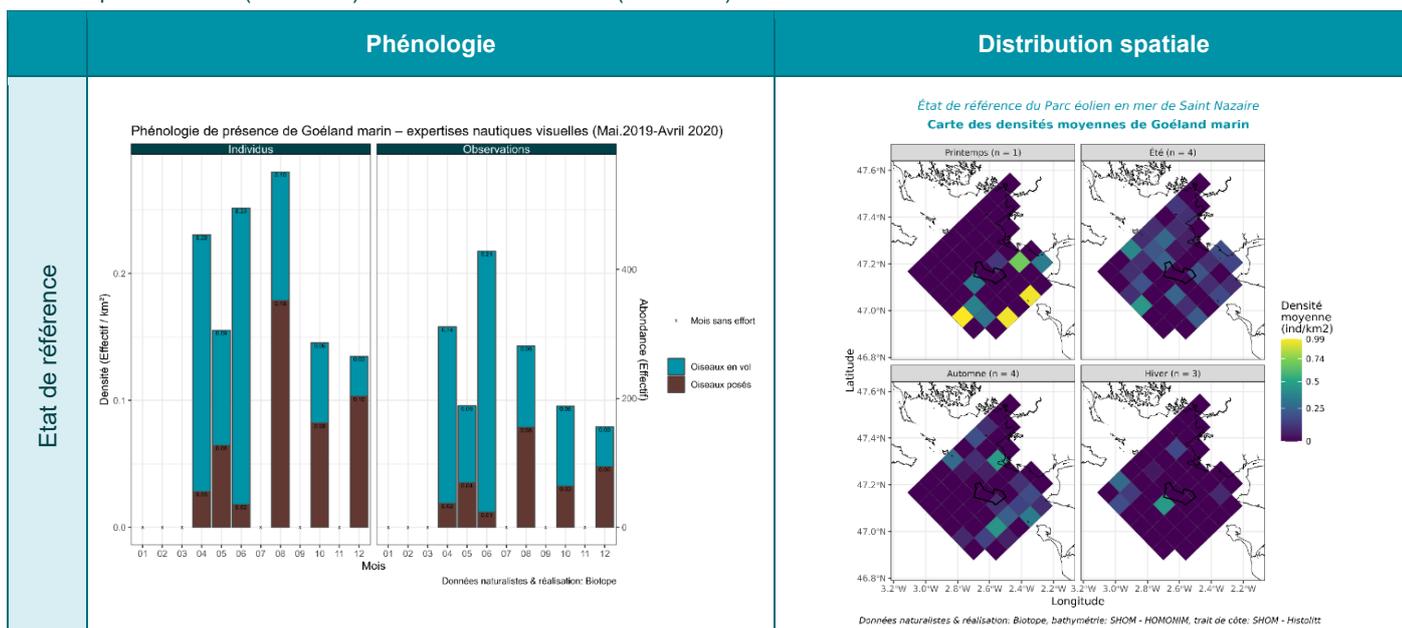
5.2.2.3 Goéland marin- exploitation de la zone élargie du parc – grand transect

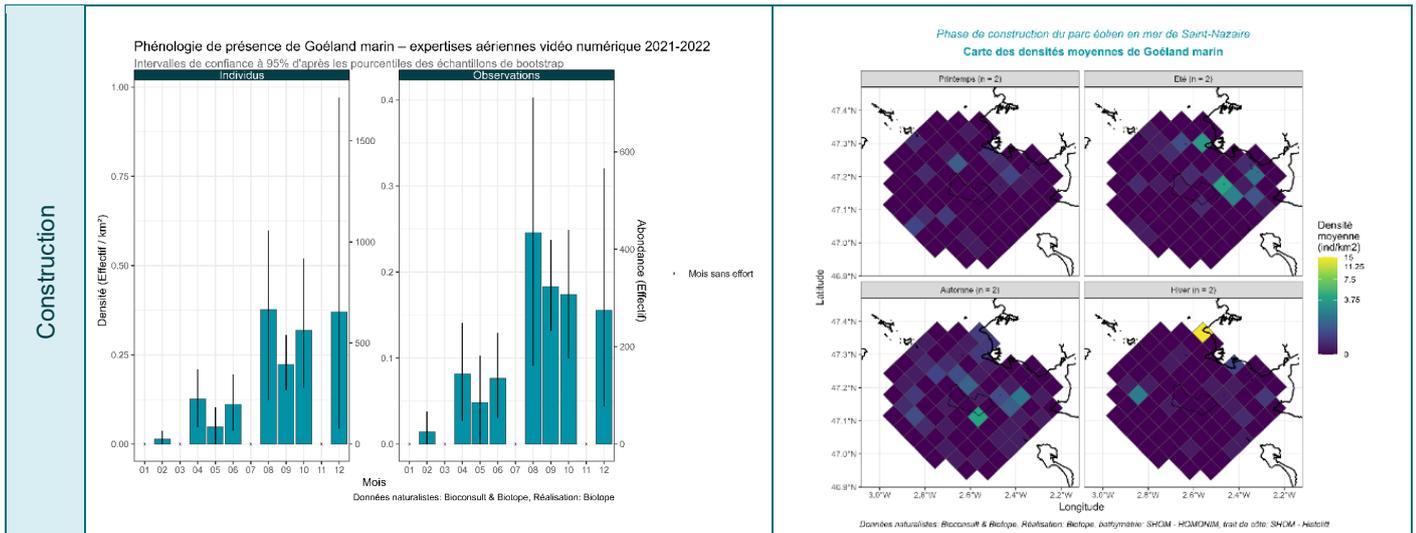
5.2.2.3.1. Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations – grands transects / Goéland marin

Lors des suivis en phase de construction, le Goéland marin a principalement été observé en période automnale et hivernale. Alors que lors de l'étude initiale et l'EDR, c'était lors de la période de printemps/début de l'été que les densités étaient les plus fortes.

On constate une fréquentation de l'ensemble de l'aire d'étude élargie par cette espèce, avec quelques zones de densité plus fortes réparti de manière apparemment aléatoire en fonction des années et des saisons. Cela peut être dû à la présence de bateaux de pêches ou des concentrations de proies aléatoire (Tableau 33). Les cartes de densités en période estivale et automnale (principales périodes d'observation) ne font pas ressortir de différences significatives au sein du parc éolien, aux abords ou à distance de celui-ci.

Tableau 33. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland marin selon les méthodes strip transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).





5.2.2.3.2. Analyse BAG

Le modèle BAG appliqué au Goéland marin pour mesurer la différence de densité, entre les deux années de suivi, par rapport à la distance aux fondations confirme l'absence de différence significative de densité constatée avec l'étude des cartes de densités moyennes (Figure 24). A la différence du Goéland argenté, il n'y a pas de différence significative de densité en fonction de la distance aux fondations lors de l'EDR.

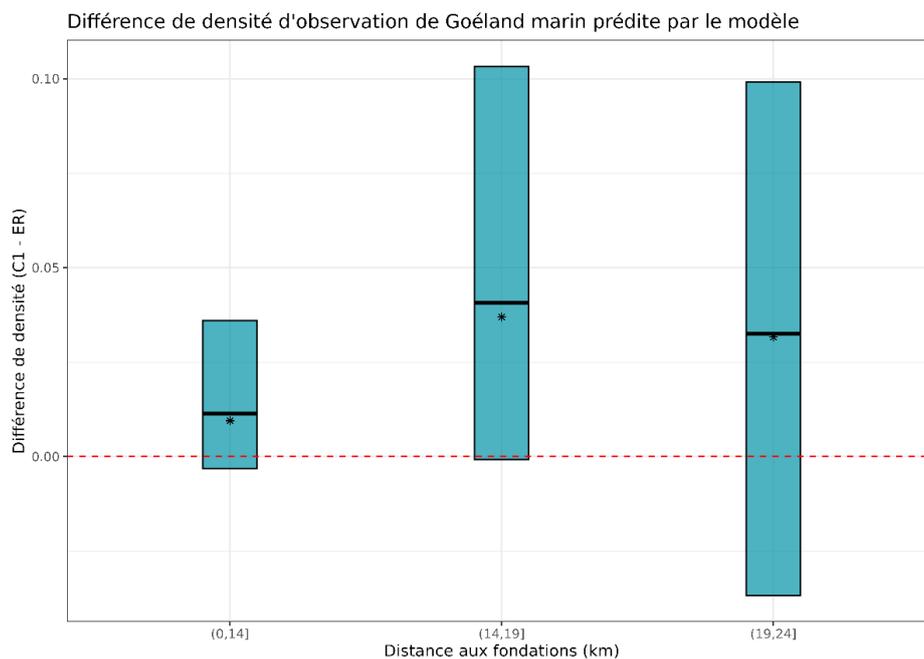


Figure 24 : Différence de densité moyenne des observations, entre l'état de référence et la phase de construction pour le Goéland marin en fonction de la distance aux travaux. Les étoiles noires représentent la médiane, la barre noire représente la moyenne et les limites des rectangles l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km².

Le modèle BAG appliqué au Goéland marin pour mesurer la différence de densité, entre les deux années de suivi, par rapport à la distance aux éoliennes confirme l'absence de différence significative de densité constatée avec l'étude des cartes de densités moyennes (Figure 25).

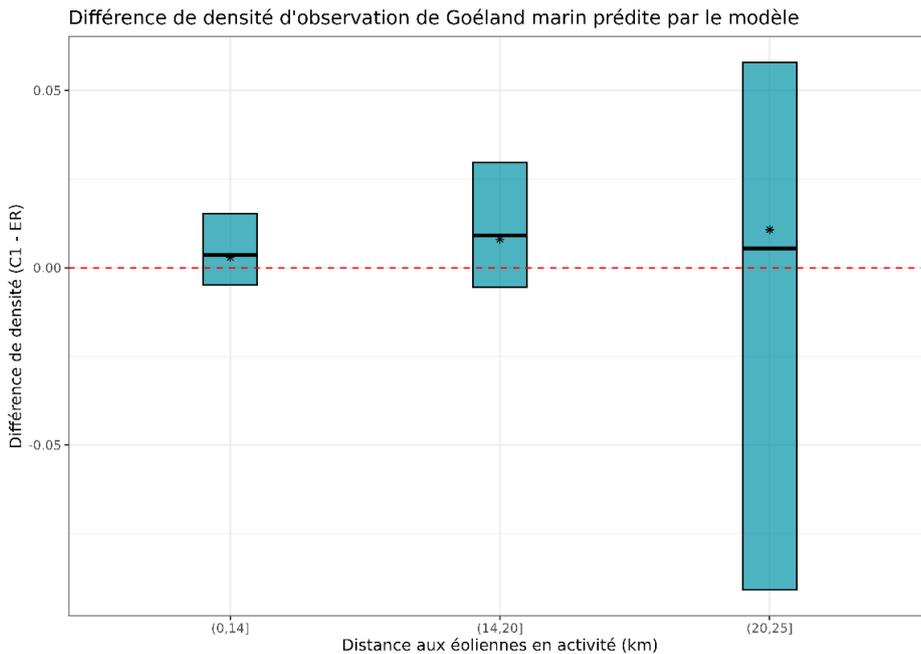
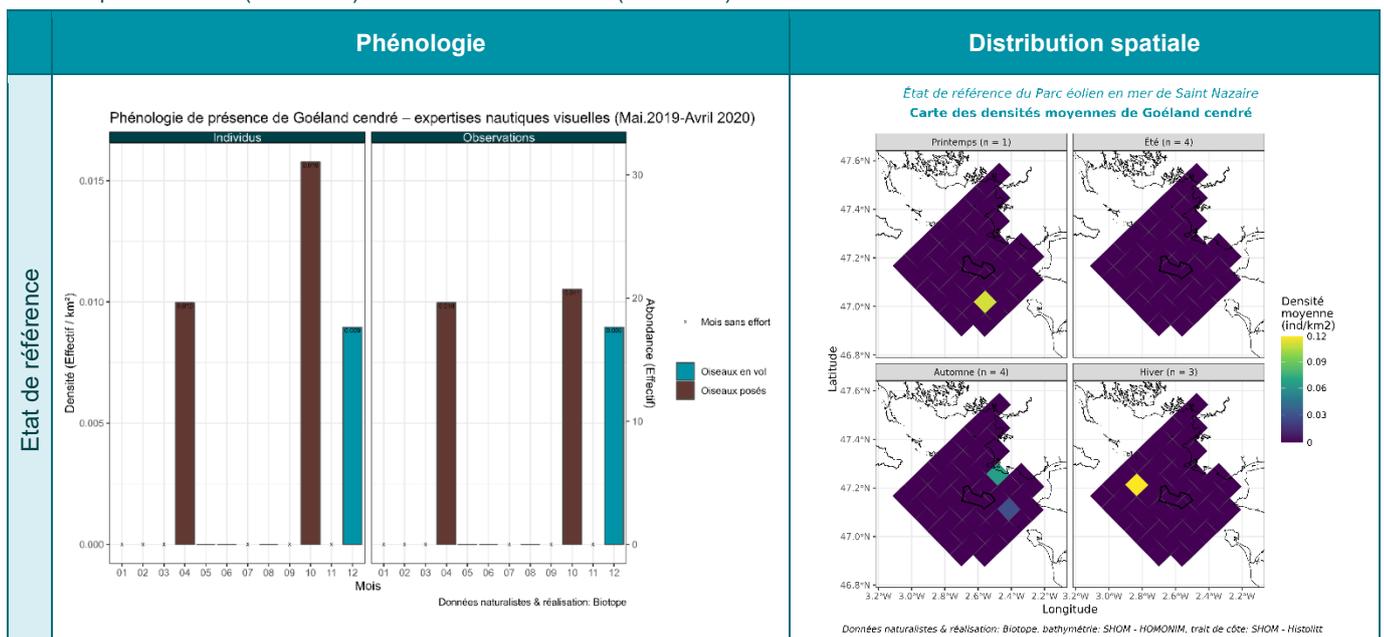


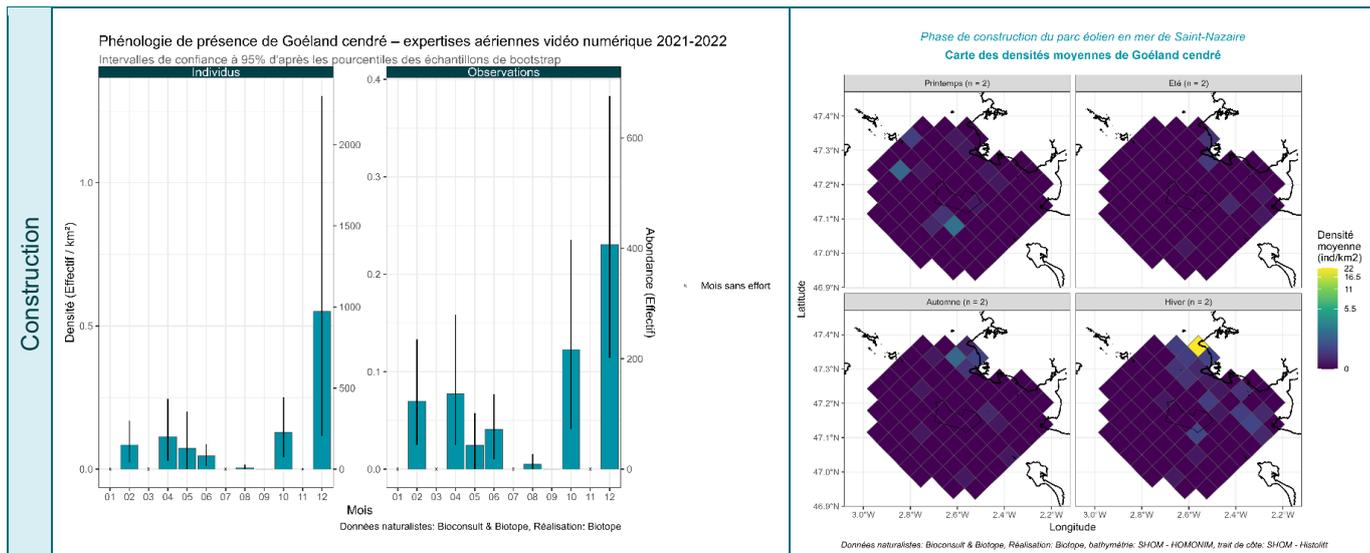
Figure 25 : Différence de densité moyenne des observations, entre l'état de référence et la phase de construction pour le Goéland marin en fonction de la distance aux éoliennes. Les étoiles noires représentent la médiane, la barre noire représente la moyenne et les limites des rectangles l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km².

5.2.2.4 Goéland cendré - Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations – grands transects

Conformément à son statut de migrateur et d'hivernant, le Goéland cendré (Tableau 34) Tableau 34a été observé d'octobre à avril sur la zone pendant l'état de référence, avec des effectifs globalement faibles par rapport aux autres espèces. Lors de l'année de construction des individus ont été observés lors de chaque suivi avec un pic d'observation très net en fin d'automne et hiver. Cette espèce a été notée sur l'ensemble de l'aire d'étude élargie, avec cependant des densités plus marquées en hiver à proximité des côtes (presqu'île guérandaise).

Tableau 34. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland cendré selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).





5.2.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiates- petits transects

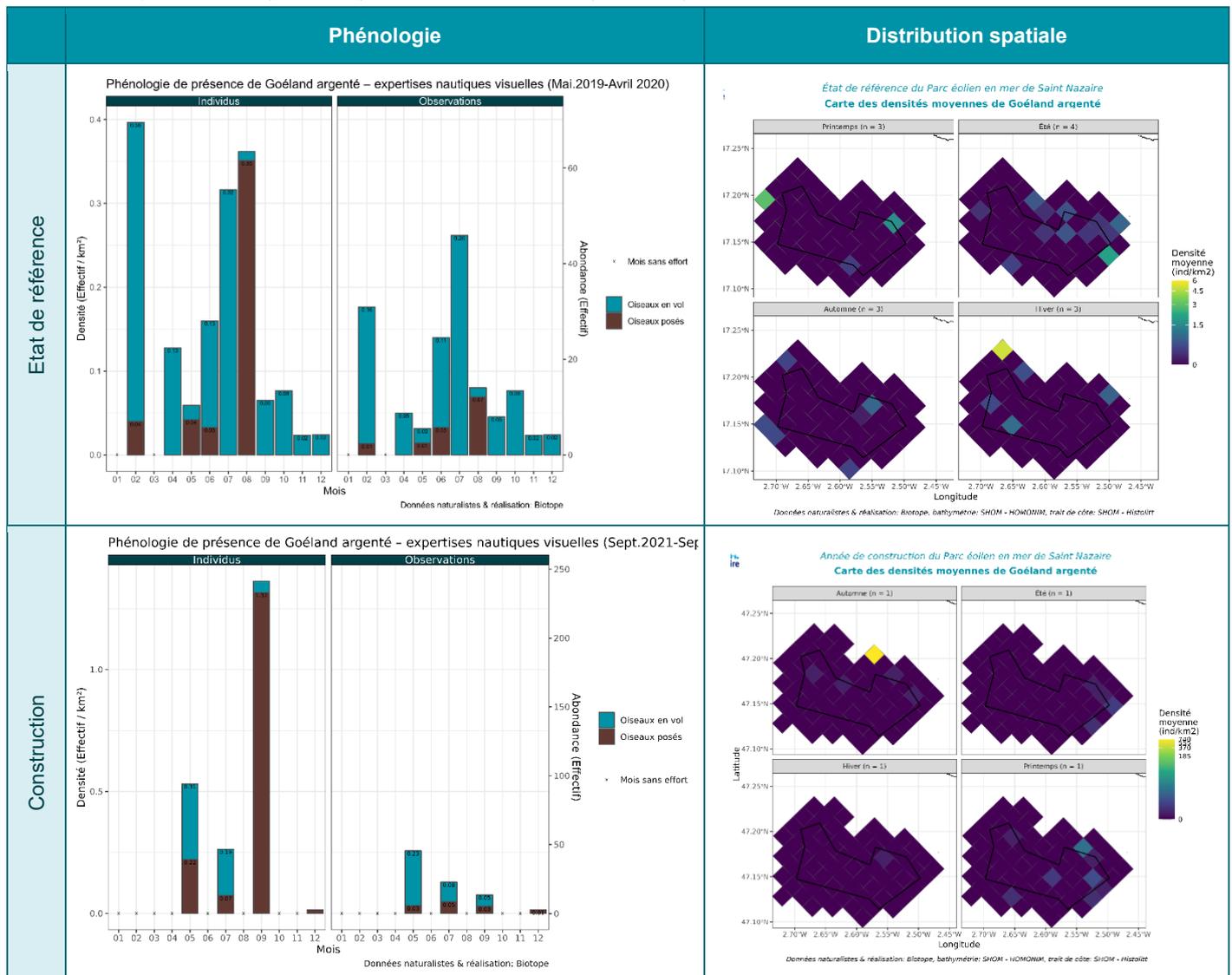
5.2.3.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations – petits transects / Goéland argenté

Les résultats des expertises 2019/2020 (état de référence) et 2021/2022 (suivis en phase de construction) indiquent des observations de Goéland argenté lors de tous les suivis réalisés par bateau. Le nombre de sessions d'expertises petits transects lors de la phase de construction (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 35) un pic d'observation observé au mois de juillet et août lors de l'EDR et en septembre lors de la phase de construction. De manière similaire pour les deux années, ces pics sont majoritairement composés d'oiseaux posés, présents en gros groupes (nombre d'observations faibles par rapport aux nombres d'individus). Les grands groupes de goélands posés résultent en grande majorité d'une activité de nourrissage, liée à la présence de bateau de pêche ou à la présence de nourriture en surface (banc de poisson, poussé en surface par des prédateurs sous-marins le plus souvent, mais pas systématiquement). Il s'agit donc de fortes présences ponctuelles et aléatoires et non pas d'une distribution saisonnière ou régulière.

La distribution géographique des individus pendant l'été pour l'EDR et à l'automne pour la phase de construction indique de fortes densités à l'intérieur ou à la marge de la zone du parc pour l'EDR et à la marge ou bien en dehors de la zone du parc pour l'année de construction. Cette différence peut s'expliquer par la relation entre la distribution des goélands en mer fortement influencée par les activités de pêches et le fait que pendant l'année de construction, celles-ci n'étaient pas autorisées dans la zone du parc, et se trouvaient à la marge extérieure de la zone du parc.

Tableau 35. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland argenté selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).

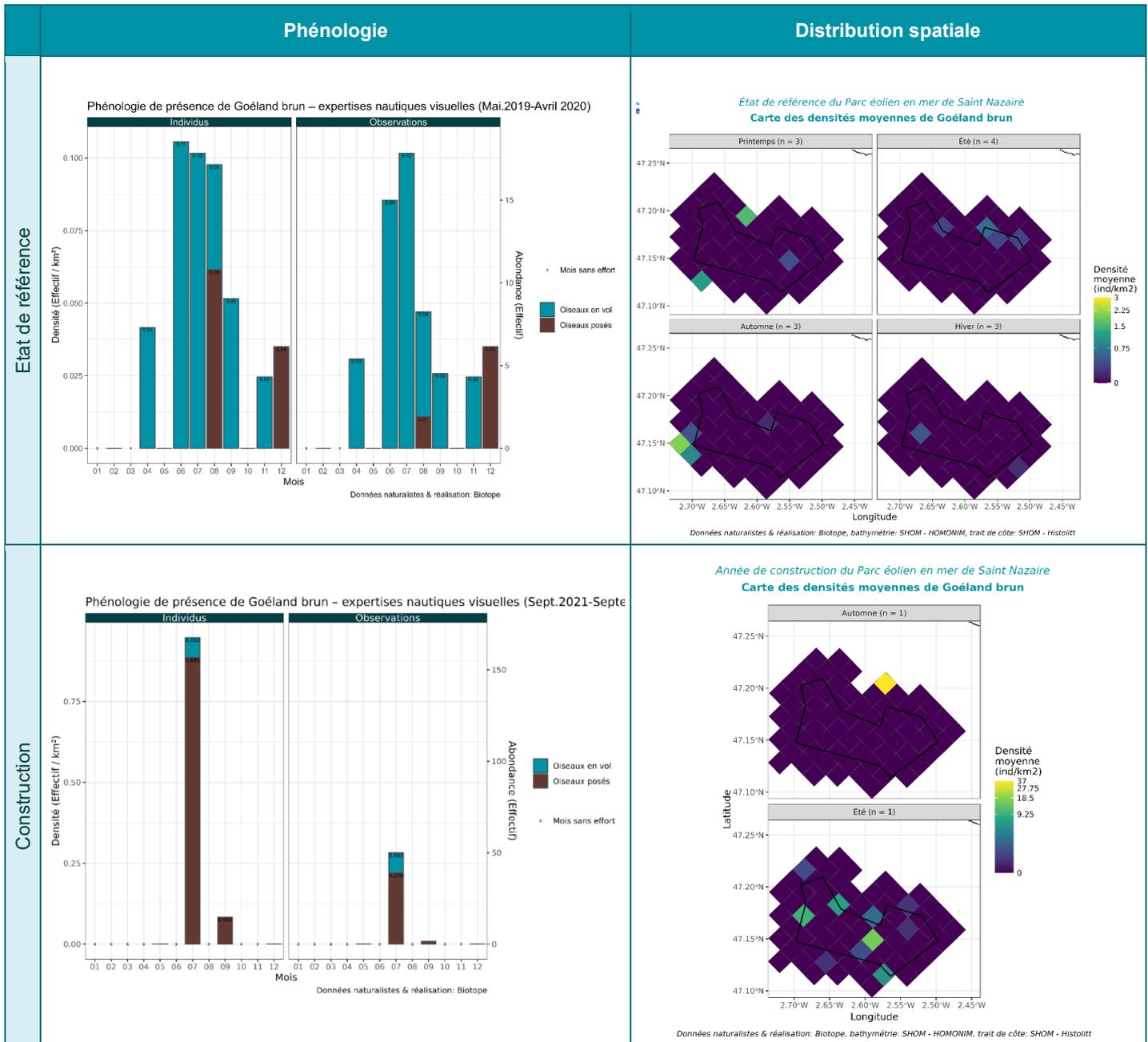


5.2.3.2 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations – petits transects / Goéland brun

Les résultats des expertises 2019/2020 (état de référence) et 2021/2022 (suivis en phase de construction) indiquent des observations de Goéland brun lors de presque tous les suivis réalisés par bateau, à l'exception des mois de janvier à mars et du mois de mai. Cette espèce migratrice est nettement moins présente localement entre novembre et mars, mais des Goélands bruns sont toutefois observés même en cœur d'hiver.

Les observations sont plus nombreuses en seconde moitié de printemps et en été (période de nidification et d'élevage des jeunes) (Tableau 36). Ce pic d'observation net lors des suivis de l'EDR, se retrouve lors de la sortie estivale de la phase de construction. Comme pour les suivis à l'échelle des grands transects, les densités notées lors des suivis en phase de construction sont supérieures à celles notées lors des suivis de l'EDR. Les densités nulles lors des suivis de décembre 2021 et de mai 2022 en phase de construction ne signifient pas qu'il y a une absence d'individus. En effet respectivement 2 individus ont été observés à chaque sortie. Ces observations étant à plus de 300m des observateurs elles ne sont donc pas comptabilisées dans les estimations de densités. Les effectifs de Goéland brun étaient cependant très faibles lors de ces sorties, ce qui est conforme à l'écologie de cette espèce pour le mois de décembre, plus surprenant pour le mois de mai. Cette absence d'observation est à rattacher au caractère ponctuel des observations (une sortie bateau au printemps) et à la présence très fluctuante de cette espèce en mer, les résultats des suivis aériens en période printanière montrant bien une utilisation large de l'aire d'étude élargie par cette espèce.

Tableau 36. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland brun selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).



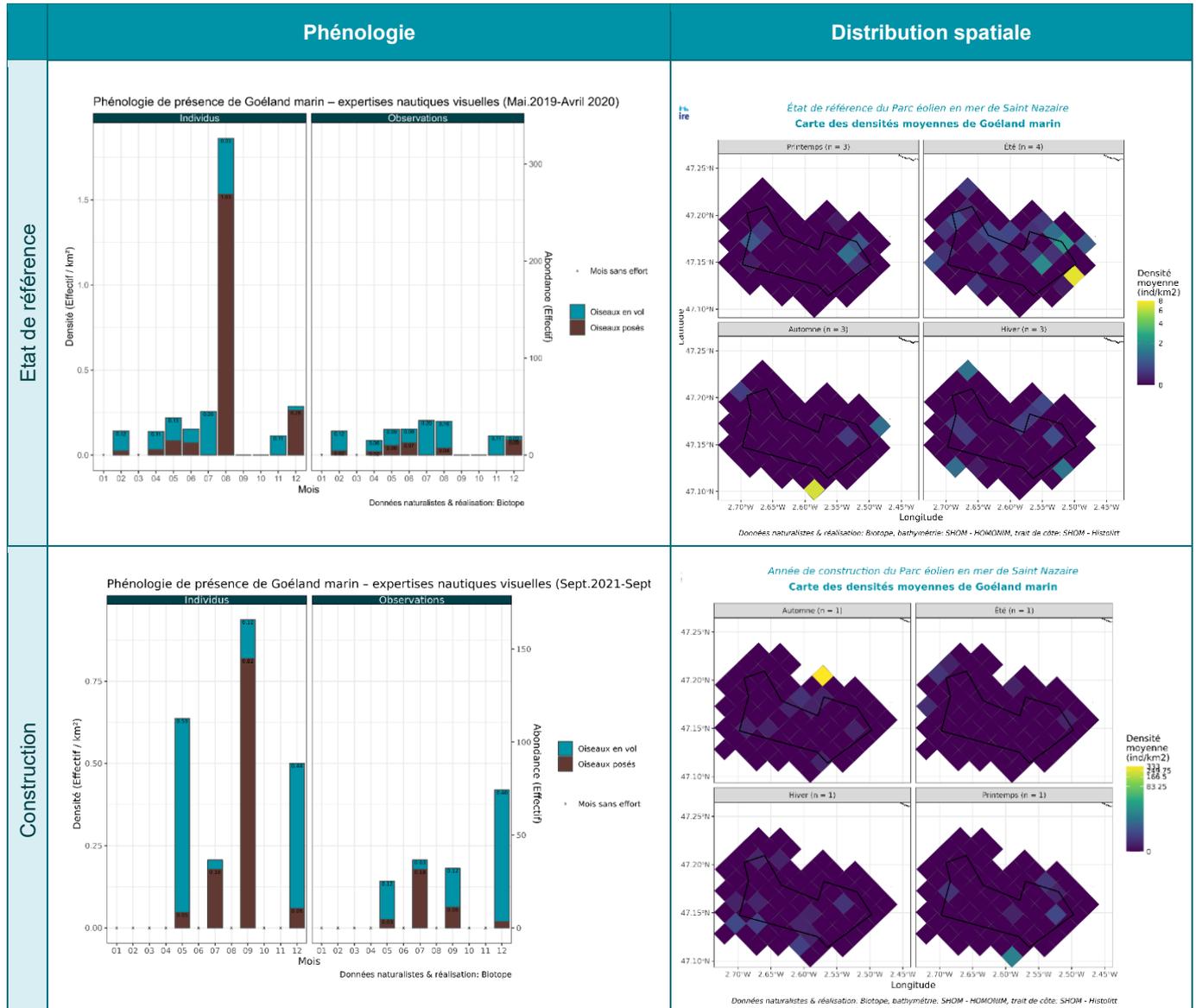
5.2.3.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations – petits transects / Goéland marin

Les résultats des expertises 2019/2020 (état de référence) et 2021/2022 (suivis en phase de construction) indiquent des observations de Goéland marin lors de tous les suivis réalisés par bateau, conformément à l'écologie de cette espèce localement résidente.

Il ressort pour le **Goéland marin** des effectifs observés très variables d'une session à l'autre pendant l'année de construction. Un pic de présence avait été observé en août 2019 pour l'EDR et en septembre 2022 pour l'année de construction (Tableau 37). Les densités observées sont toutefois plus faibles lors du pic de présence l'année de construction par rapport au pic de présence lors de l'EDR. Lors des 2 années, ces pics sont induits par l'observation de quelques grands regroupements d'oiseaux posés (nombre d'observation similaire aux autres mois et densité très forte en un point de la carte).

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 l'été de l'année de construction.

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 l'année de construction (2021/2022).



5.2.3.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations – Petits transects / Goéland cendré

Concernant le **Goéland cendré**, 1 seul individu a été observé en automne lors de la phase de construction, il a été observé en vol en dehors des comptages de snapshots, et ne rentre donc pas dans les calculs de densités. Lors des 12 sessions de suivis petits transects de l'EDR, 4 individus ont été observés au total : 3 en février et 1 en avril.

5.2.4 Analyse des comportements

5.2.4.1.1. Comportement de pêche ou suiveurs

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).

Lors des suivis de l'année de construction, les proportions d'individus observées suivant des bateaux de pêche sont plus faibles que lors de l'EDR et que lors des suivis de l'étude d'impact (Tableau 38). Cette diminution n'est pas surprenante, étant donné que la pêche n'était pas autorisée dans la zone du parc en période de construction. Aucune information particulière ne peut être extraite de cette analyse qui est fournie pour information.

Tableau 38. Proportion d'individus de Goélands suiveurs de bateaux de pêches, ainsi que la moyenne et standard déviation pour l'ensembles des espèces (lignes toutes espèces confondues).

Espèces	2013/2015	2019/2020	2021/2022
Goéland marin	56.8%	1.4%	3%
Goéland argenté	60.3%	8.1%	1.41%
Goéland brun	72.2%	11.9%	3.70%
Goéland indéterminé	47.1%	90%	4.44%
Goéland cendré	3.5%		0%
Toutes espèces confondues	47.98% (26.7)	22.8% (41.66)	2.51% (1.79)

5.2.4.1.2. Analyses des hauteurs de vol

La gamme des hauteurs de vol observées lors des suivis en mer par bateau pour les goélands est très large, avec une altitude maximale observée à 200m lors de l'EDR par des Goélands marins (Tableau 39). Pendant les suivis de l'année de construction, l'altitude maximale observée est de 70 m, également chez le Goéland marin. Lors des de l'EDR, la proportion d'oiseaux volant sous la zone de rotation des pales (32-150m) est de 79.6 % pour les 3 espèces de Goélands les plus fréquentes (Tableau 39) et de 83.6% lors de la phase de construction.

Tableau 39. Hauteurs de vols des goélands lors des suivis petits transects bateau – Etat de référence (2019/2020) et année de construction (2021/2022).

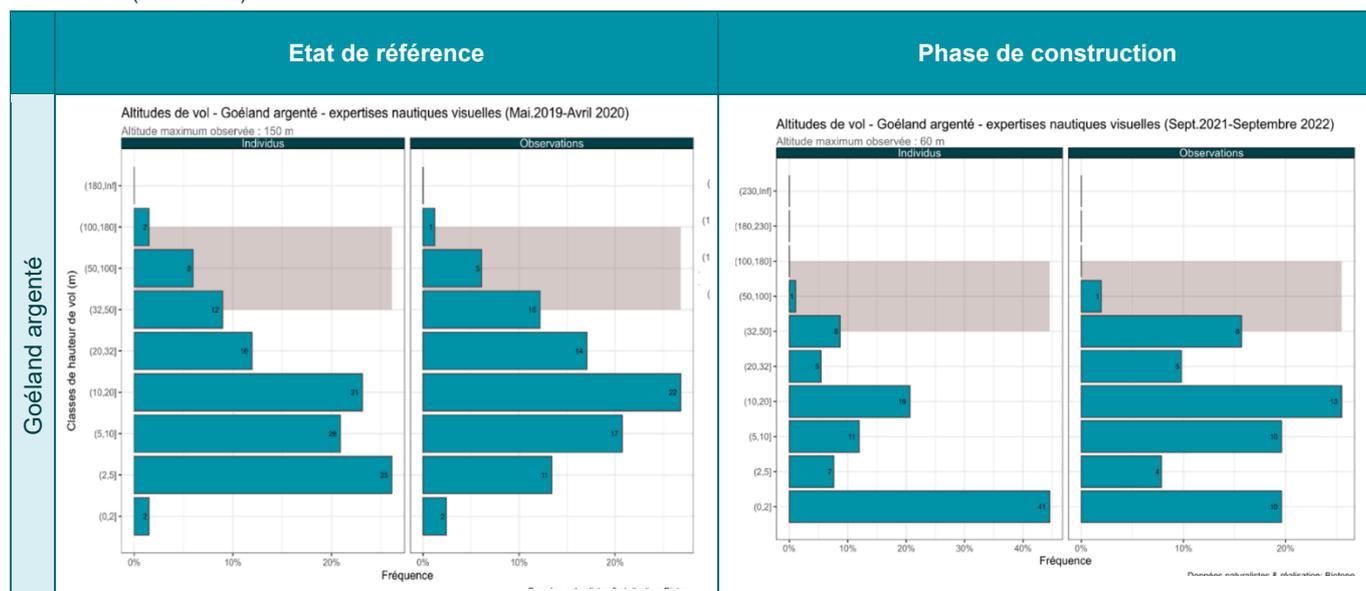




Tableau 40. Proportions d'individus observés sous la zone des éoliennes (<32 m), entre parenthèse le nombre d'individus observés, ainsi que la moyenne et standard déviation pour l'ensembles des espèces (lignes toutes espèces confondues).

Espèces	2019/2020	2021/2022
Goéland marin	75.2% (n=94)	75.6% (n=75)
Goéland argenté	83.6% (n=112)	90.2% (n=83)
Goéland brun	78.8% (n=26)	85.0% (n=17)
Goéland indéterminé	58.33% (n=7)	82.8% (n=425)
Goéland cendré	75% (n=3)	100% (n=1)
Toutes espèces confondues	74.2 % (9.52)	86.7% (9.1)

5.2.5 Synthèse

Les goélands sont des espèces opportunistes sans zone d'alimentation spécifique et qui suivent les bateaux de pêche qu'elles 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, d'autant plus que pour chaque mois un seul suivi a été conduit. 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.

Comme cela a été décrit dans les différentes sections et en particulier lors des petits transects, certains pics observés étaient en fait une conséquence directe de la présence d'un petit nombre d'observations de groupes d'oiseaux posés, probablement après le passage d'un bateau de pêche ou d'un banc de poissons au moment du suivi.

Le modèle BAG « distance aux travaux » pour le Goéland argenté mesure une densité moyenne d'observation significativement plus élevée en phase de construction en dehors de la zone du parc (classes de distances >14km), mais également dans la zone du parc (classes de distances <14km). Il n'y a donc pas un déplacement des populations de la zone du parc à la périphérie du parc, mais plutôt un double impact des travaux. De par leur comportement curieux, les Goélands argentés sont attirés par les activités anthropiques et les fondations pour se poser (goélands fréquemment observés sur les fondations lors des suivis nautiques). En parallèle, la zone du parc étant fermée à la pêche, les bateaux de pêche se situant à la périphérie du parc, attirent de manière ponctuelle, de grands groupes de goélands parmi lesquels du Goéland argenté. On peut noter qu'au niveau de l'aire d'étude rapprochée en été de la phase de construction, il n'y a eu aucune observation de Goéland argenté faite dans la zone du parc, contrairement à ce qui a été observé lors de l'EDR. Les mêmes tendances sont observées chez le Goéland marin, mais de manière moins significative. Les résultats du modèle BAG « distance aux travaux » ne montrent pas de différence significative dans les deux classes de distance (>14km et de 14 à 19km), cependant on peut observer que la limite inférieure des intervalles de confiance est proche de 0. Les résultats des modèles BAG « distance aux éoliennes » indiquent une différence significative de densité d'observation pour le Goéland argenté entre 14 et 20km, comme si la présence des éoliennes éloignait cette espèce. Au niveau de la zone du parc (classe de distance <14km) il y a exactement la même densité d'observation entre les deux phases du projet. L'analyse des données en phase d'exploitation pourra peut-être confirmer ou infirmer ce résultat.

Pour le Goéland brun, leur présence est plus importante en été avec beaucoup plus d'observations lors de la phase de construction. Dans l'aire d'étude élargie et l'aire d'étude rapprochée, la distribution de cette espèce semble homogène quel que soit les saisons. La présence des travaux ne semble pas impacter négativement la présence et distribution de cette espèce.

Le peu d'observations du Goéland cendré et le fait qu'il est essentiellement présent en hiver lors de la faible présence de travaux sur site, ne nous permet pas de dire si la construction a eu un effet sur cette espèce.

Pour l'ensemble des espèces de Goélands, on peut conclure que la phase de construction a un peu impacté la distribution des espèces, en déplaçant leurs opportunités alimentaires (bateaux de pêche) en dehors de la zone du parc, ce qui est en accord avec les retours d'expérience sur des suivis de parcs éoliens en mer en construction qui indiquent qu'il n'y a pas d'effet négatif perceptible de la phase de construction pour ces espèces.

La distribution des gammes de hauteurs de vol observée n'a pas changé entre l'EDR et l'année de construction avec une moyenne de 80.4% des individus volant sous la zone de rotation des pales (<32m).

Note sur les densités : La différence de densités d'individus mesurées lors des grands transects entre l'EDR et l'année de construction est assez conséquente surtout pour les Goélands argenté, brun et cendré. D'après l'avis des experts ornithologues, il ne devrait pas y avoir de différence importante de détection et d'identification entre les observations par suivis nautique et les observations par suivis avion digitale. Cette différence pourrait être due à des conditions environnementales différentes et / ou d'autres facteurs comme par exemple « le hasard des suivis », ou encore une présence de bateaux de pêche aux abords du parc plus importante lors de l'année de construction par exemple. Les densités lors des petits transects sont dans le même ordre de grandeur entre les deux années de suivis.

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 26. Mouette pygmée.



Figure 27. Mouette tridactyle.



Figure 28. Mouette mélanocéphale.



Figure 29. 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 sabine et mouette pygmée.

La Mouette tridactyle qui est une espèce pélagique est traitée à part car il s'agit de l'espèce la plus fréquente sur la zone du projet. Cette espèce est localement migratrice et hivernante ; une petite population reproductrice est présente dans le Sud Vendée au large des Sables d'Olonne.

Tableau 41. Synthèse du nombre total d'observations de mouettes *sur l'ensemble des transects (grands et petits)*, et résumé de leur phénologie *sur la zone élargie du parc* lors des 3 phases de suivis (état initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020 et année de construction : 2021/2022).

Espèces	2013/2015		2019/2020			2021/2022		
	Présence annuelle	Pic de Présence	Nombre d'individus	Présence annuelle	Pic de présence	Nombre d'individus	Présence annuelle	Pic de présence
Mouette tridactyle	Automne, hiver	Décembre	168	Automne, hiver	Décembre	687	Automne, hiver	Février
Mouettes côtières	4 saisons	Avril et octobre (M .mélanocéphale) Décembre (M .rieuse)	69	Printemps, automne, hiver	Décembre	87	4 saisons	Décembre
Mouettes pélagiques	Eté (M. de Sabine) Hiver (M. pygmée)	Septembre (M. de Sabine) Décembre (M.	18	Printemps, été, automne	Octobre	32	Printemps, été , automne	Octobre (M. de Sabine) Avril (M. pygmée)

5.3.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

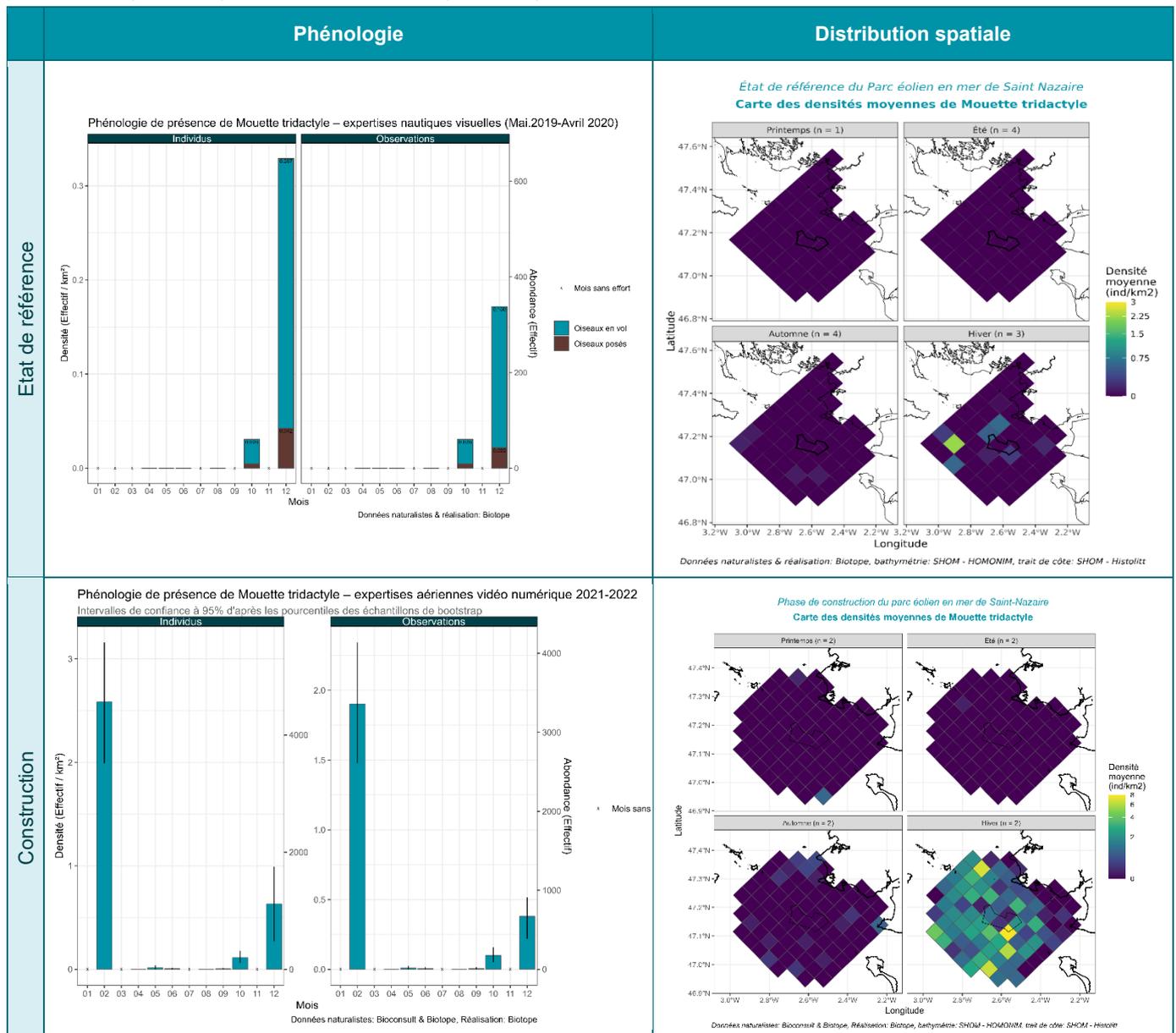
5.3.2.1 Mouette tridactyle

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

La Mouette tridactyle, migratrice et hivernante dans le nord du golfe de Gascogne, est la mouette la plus fréquemment observée (85% des observations de mouettes). Sa phénologie explique sa présence principalement en automne et en hiver pendant les 3 années de suivis, avec un pic de présence lors des suivis de décembre ou de février quand il y en a eu un. Pendant l'année de construction, quelques rares individus (n=4) ont aussi été observés lors de la migration pré-nuptiale au printemps (Tableau 42). Aucune observation n'a été réalisée en période de reproduction.

Cette espèce est présente sur l'ensemble de la zone d'étude avec des zones de concentrations différentes en fonction des saisons. Pendant l'EDR, la concentration hivernale était au sud-est de Belle Île. Pendant l'année de construction, beaucoup plus d'oiseaux ont été observés. Leur répartition hivernale est homogène sur l'ensemble de la zone d'étude, avec peut-être une concentration un peu plus forte large de la pointe Saint-Gildas et au sud de la zone de projet, au niveau du « Grand Trou ». Les quelques observations de printemps se situaient au niveau des mêmes zones de fortes concentrations hivernales.

Tableau 42. Phénologies et cartes de distribution de la Mouette tridactyle selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).



5.3.2.1.2. Analyse BAG

Le modèle BAG appliqué au Mouette tridactyle pour mesurer la différence de densité, entre les deux années de suivi, par rapport à la distance aux fondations ne détecte aucune différence significative entre les densités en fonction de la distance aux fondations.

L'évaluation de la variation de densité par rapport à la distance aux éoliennes n'a pas été réalisée, du fait d'un nombre de données trop faible, car l'espèce n'étant que très peu présente lors des suivis avec les éoliennes installées (été -absence-, début automne -début de migration-)

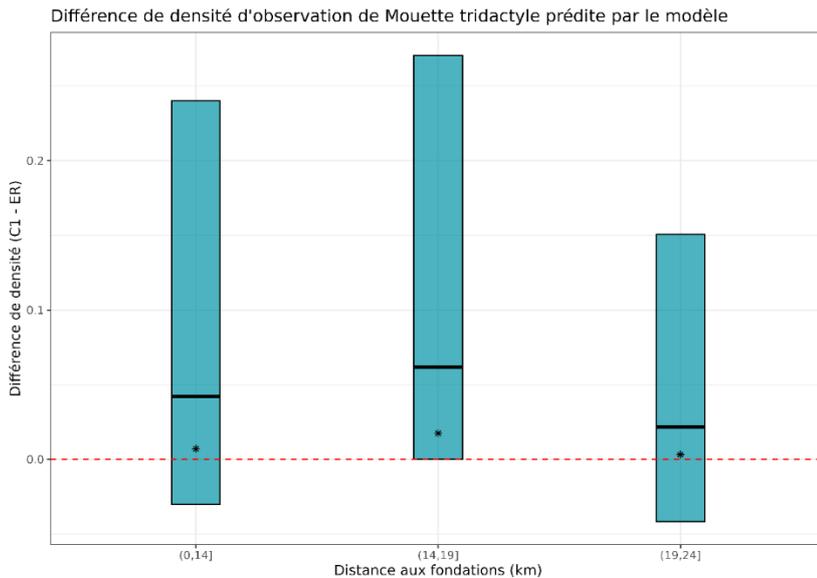


Figure 30 : Différence de densité moyenne des observations entre l'état de référence et la phase de construction pour la Mouette tridactyle en fonction de la distance aux travaux. Les étoiles noires représentent la médiane, la barre noire représente la moyenne et les limites des rectangles l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km².

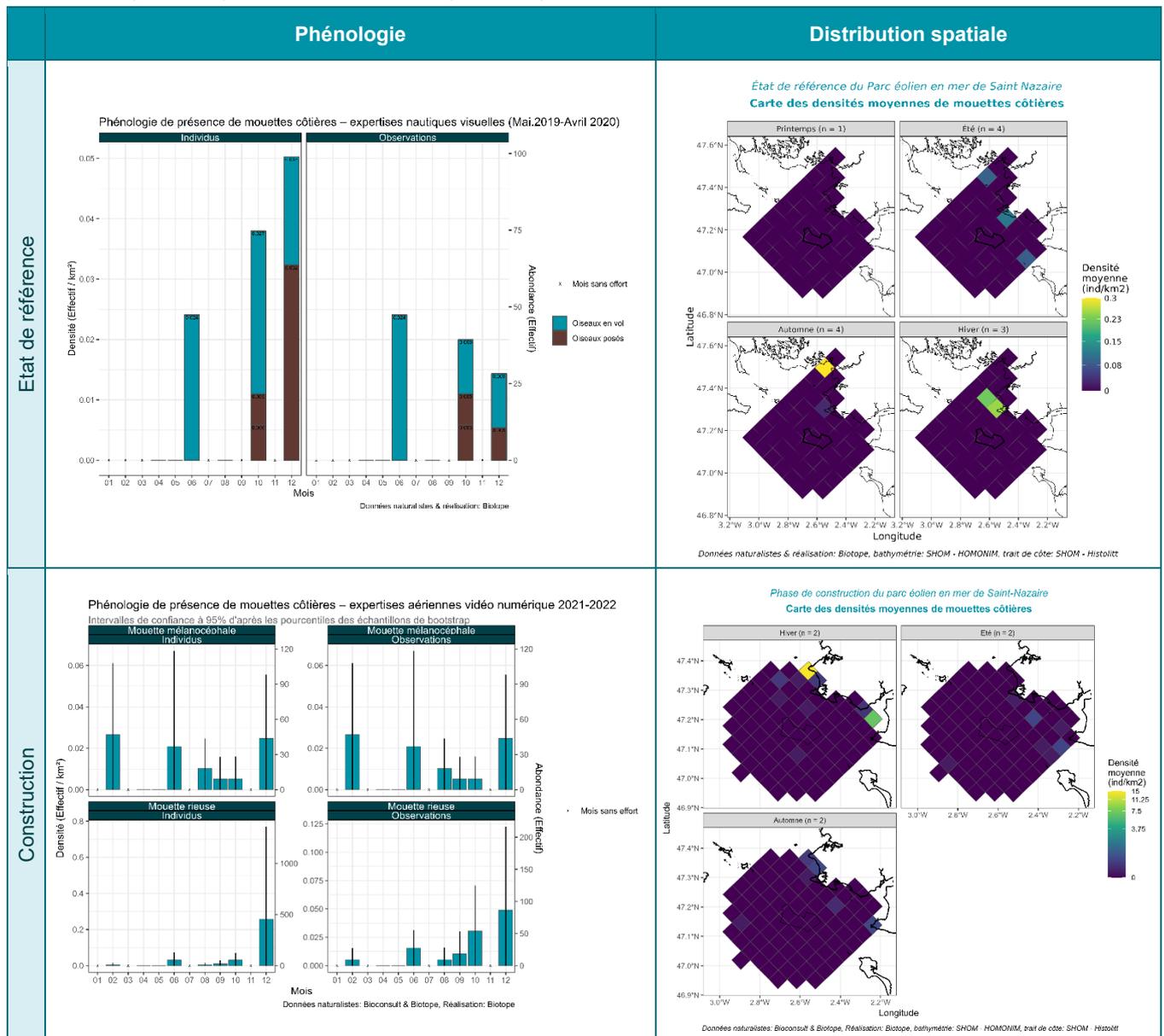
5.3.2.2 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations – grands transects / mouettes côtières

Concernant les mouettes côtières (Mouette rieuse et Mouette mélanocéphale), les observations sont globalement peu nombreuses, localisées majoritairement sur les marges de la zone de projet près des côtes. Les observations de mouettes rieuses sont plus importantes que celles de mouettes mélanocéphales.

Sur l'ensemble des données collectées, la Mouette rieuse est présente principalement en octobre et décembre, c'est-à-dire 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 faibles.

Les distributions entre les années de suivis et les saisons sont similaires : une présence plus importante le long des côtes en marge du parc avec quelques secteurs de plus forte présence tels qu'au niveau de l'estuaire de la Vilaine et de la pointe du Castelli notamment. Quelques individus des deux espèces ont été observés plus au large, à l'ouest de la zone du parc.

Tableau 43. Phénologies et cartes de distribution des mouettes côtières selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).



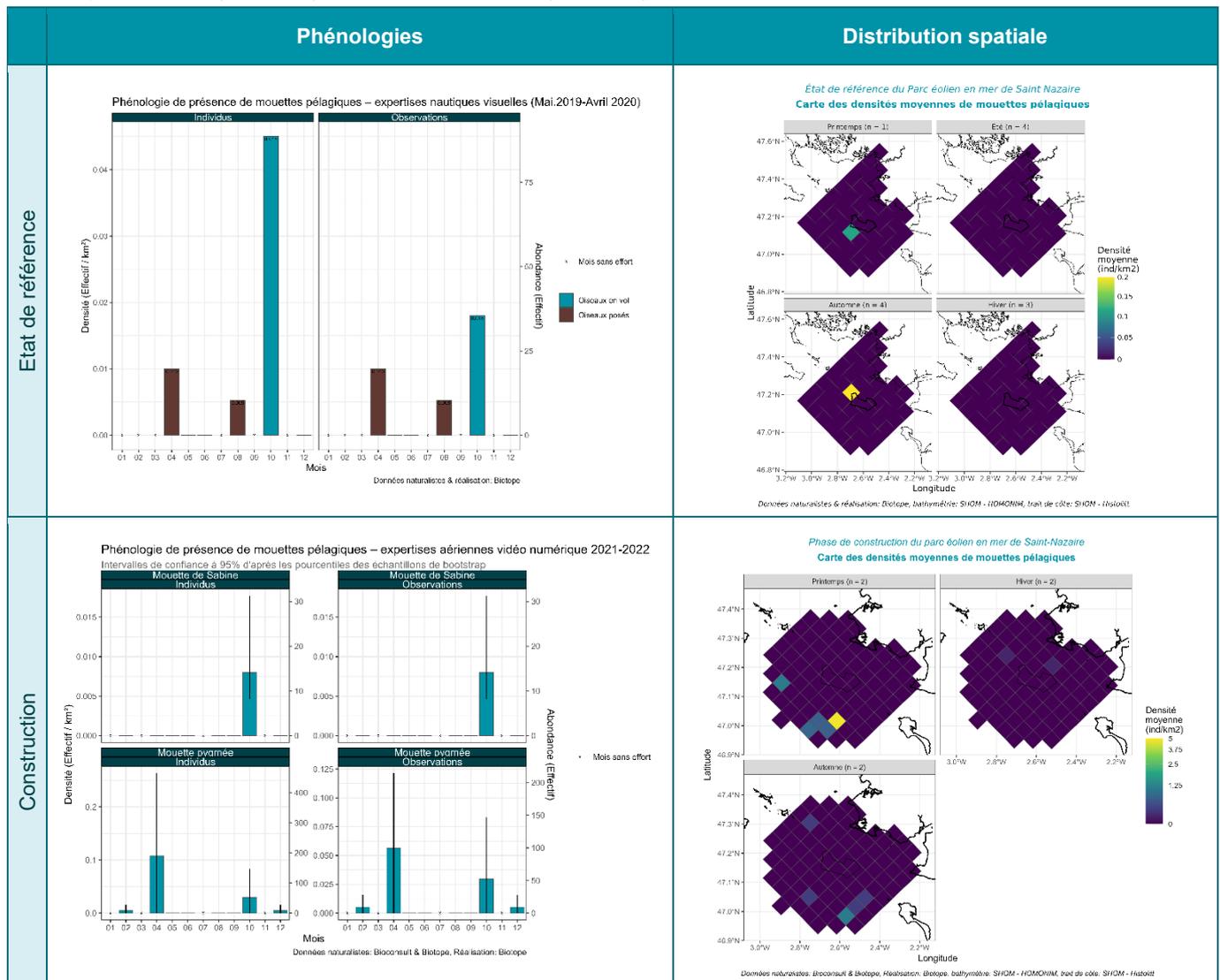
5.3.2.3 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations – grands transects / mouettes pélagiques

Concernant les mouettes pélagiques (Mouette de Sabine et Mouette pygmée), les effectifs observés de ces populations sont très faibles, voir anecdotique pour la Mouette de Sabine, observée une fois en août 2019 et deux fois en 2022 : 1 fois en octobre et une fois en août (hors protocole statistique >300m) 2022 (Tableau 44).

Pendant l'année de construction, la Mouette pygmée a été présente lors des périodes de migrations (printemps, automne) et en hiver pour les individus qui hivernent dans cette zone.

Compte-tenu du faible nombre d'observations de Mouette de Sabine et à la présence ponctuelle de cette espèce, aucun enseignement quant à la zone de dispersion spatiale de cette espèce ne peut être tiré (Tableau 44). La Mouette pygmée a fait l'objet d'un nombre un peu plus important d'observations cependant il reste délicat d'en sortir des généralités ; entre les deux années de suivi, cette mouette a été observée en divers points de la zone étudiée avec une majorité de données situées au large, mais sans zone récurrente de concentration plus élevée.

Tableau 44. Phénologies et cartes de distribution des mouettes pélagiques selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).

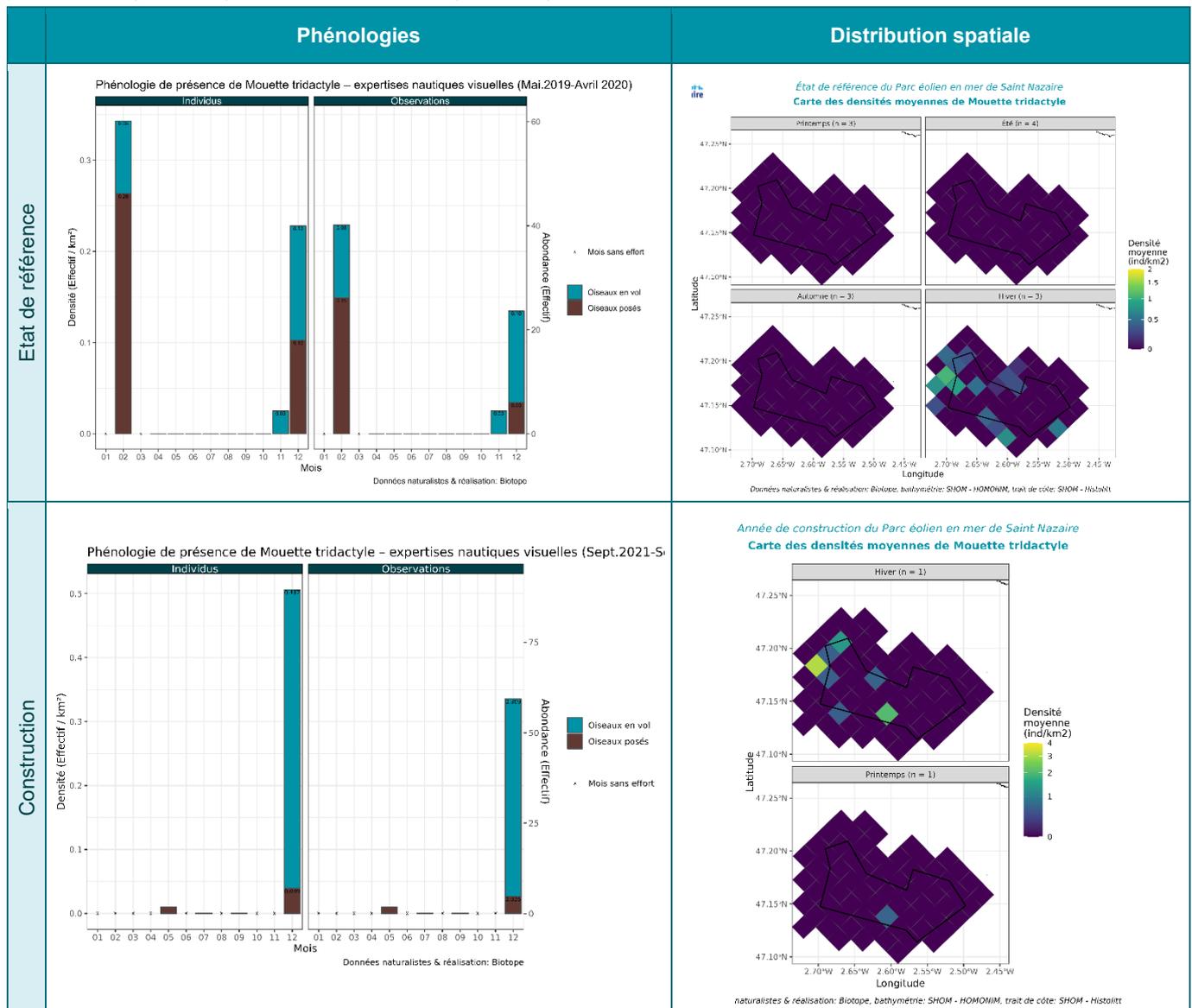


5.3.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects

5.3.3.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations – petits transects / Mouette tridactyle

Sur la zone rapprochée, la présence de Mouette tridactyle est similaire aux observations réalisées sur la zone élargie, avec une présence lors de leur hivernage dans la zone. Pendant l'EDR, le pic de plus forte densité a été observé en février. Au mois de décembre il y a aussi eu une forte densité par rapport aux autres mois de l'année. Pendant l'année de construction, la densité la plus élevée a été notée au mois de décembre. Pendant l'année de construction, quelques individus ont été observés au mois de mai, tout comme lors des expertises au sein de la zone élargie. Il s'agissait probablement d'oiseaux en migration pré-nuptiale. Lors des deux années de suivi, les observations de Mouette tridactyle semblent plutôt se situer en marge du parc, avec une densité un peu plus forte au nord-ouest de celui-ci, mais le faible nombre de données ne permet pas de dire s'il s'agit d'une zone préférentielle ou non.

Tableau 45. Phénologies et cartes de distribution de la Mouette tridactyle selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).



5.3.3.2 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations – petits transects / mouettes côtières

Il n'y a pas eu d'observations de mouette côtières pendant les 4 suivis de l'année de construction. Il n'est donc pas possible de comparer avec l'EDR.

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 l'année de construction (2021/2022). En jaune les mouettes mélanocéphae, en violet les mouettes rieuses.

	Phénologies	Distribution spatiale
Etat de référence	<p>Phénologie de présence de mouettes côtières – expertises nautiques visuelles (Mai 2019-Avril 2020)</p>	
Construct	Pas d'observations	

5.3.3.3 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations – petits transects / mouettes pélagiques

Tableau 47. Phénologies et cartes de distribution des mouettes pélagiques selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).

	Phénologies	Distribution spatiale
Etat de référence	<p>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</p>	
Constructi	<p>Une observation de Mouette de Sabine hors protocole d'analyse (en vol hors snapshot)</p>	

5.3.4 Analyse des comportements

5.3.4.1.1. Comportement de pêche ou suiveurs

Ces espèces n'ont pas été observées en association avec des bateaux de pêche.

5.3.4.1.2. Analyses des hauteurs de vol

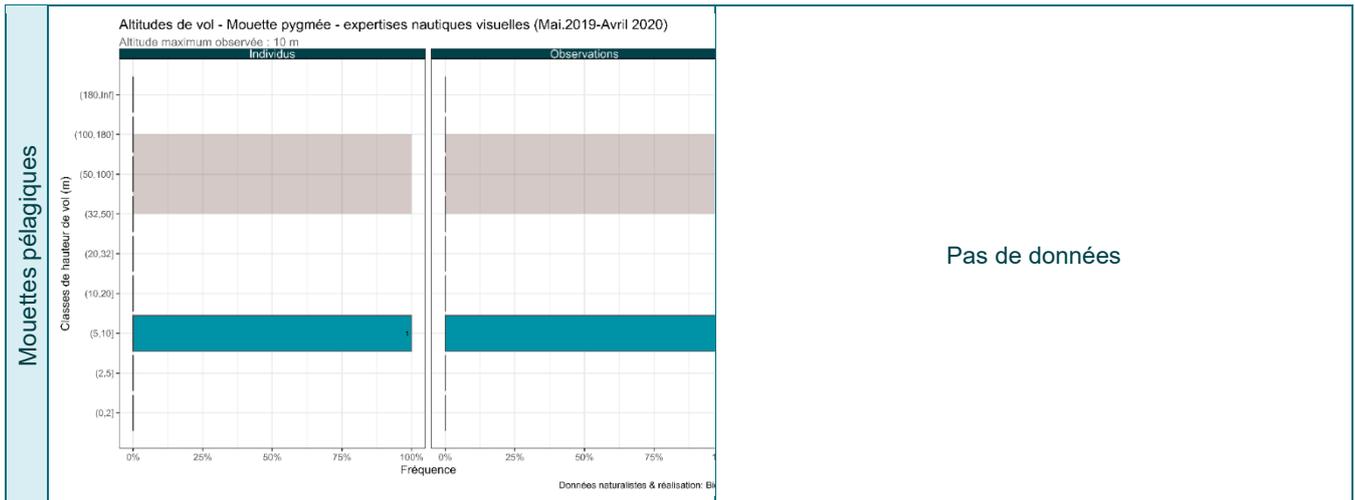
La gamme des hauteurs de vol observées lors des suivis en mer par bateau pour les mouettes est très large, avec une altitude maximale observée à 50m lors de l'EDR. Lors des 2 années de suivis, la proportion d'oiseaux volant sous la zone de rotation des pales (<32m) est de 91.7% (Tableau 48, Tableau 49). La majorité des oiseaux en vol étant dans la classe des 5 à 10m.

Tableau 48. Proportions d'individus observés sous la zone des éoliennes (<32m), entre parenthèse le nombre d'individus observés.

Mettre	2019/2020	2021/2022
Mouette tridactyle	94.5% (n=18)	100% (n=14)
Mouette côtière	91.7% (n=12)	
Mouette pélagique	100% (n=1)	

Tableau 49. Hauteurs de vols de la Mouette tridactyle, des mouettes côtières et pélagiques lors des suivis petits transects bateau -- Etat de référence (ER ; 2019/2020) et année de construction (C : 2021/2022).





5.3.5 Synthèse

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

Les 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 dans la zone d'étude pendant leur migration vers le sud, ou pour hiverner. Ce qui explique, pour cette espèce, une présence plus importante sur toute la zone élargie en hiver. Pour la mouette mélanocéphale, peu d'individus issus d'autres populations semble venir sur la zone car les effectifs sont peu variables tout au long de l'année. Aucune différence significative de phénologie ou de distribution sur l'ensemble de la zone élargie, n'a été remarqué entre l'EDR et l'année de construction. CE qui indique une absence ou un faible impact de la phase de construction sur ces espèces sur l'ensemble de la zone élargie du parc. Au niveau de la zone rapprochée, il n'y a eu aucune observation de ces deux espèces lors des 4 suivis de la phase de construction, tout comme lors des mêmes mois de l'EDR (mai, juillet, septembre, décembre). Etant donné le faible nombre de suivis, il n'est pas possible de conclure sur l'impact de la phase de sur la zone même du parc. Ces espèces sont connues pour ne pas être sensibles à la phase de construction des parcs éoliens (Tableau 5).

Parmi les mouettes pélagiques, quelques individus de Mouette de Sabine et Mouette pygmée ont été observés lors des deux années de suivis. La Mouette pygmée étant un peu plus présente, en particulier lors des périodes de migration pré et postnuptiale. Pour ces deux espèces, le faible nombre d'observation ne permet pas de sortir des généralités sur leur zone de distribution et sur des différences entre les deux années de suivis.

La Mouette tridactyle est la mouette la plus présente sur le site avec des effectifs important en période d'hivernage, faible lors des périodes de migration et anecdotique en été. Sa période de présence n'était pas en interaction forte avec la présence de travaux qui étaient réduits en décembre, janvier et février. En période hivernale, seule des travaux de fondations avaient lieu le nombre de bateaux maximum était aux alentours de 7 bateaux dans la zone du parc en décembre, et février alors qu'il était de minimum 13 bateaux à partir du suivi du mois d'avril allant jusqu'à au moins 22 bateaux sur site pendant l'été 2023.

L'ensemble de ces espèces vole en grande majorité (>90%) sous la hauteur de rotation des pales des éoliennes.

Note sur les densités : Les densités entre l'EDR et l'année de construction sont du même ordre de grandeur, car pour ces espèces la détection et l'identification sont bonnes par suivis nautiques ou suivis aérien digital.

5.4 Sulidés

5.4.1 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 de projet, quelle que soit la période considérée.

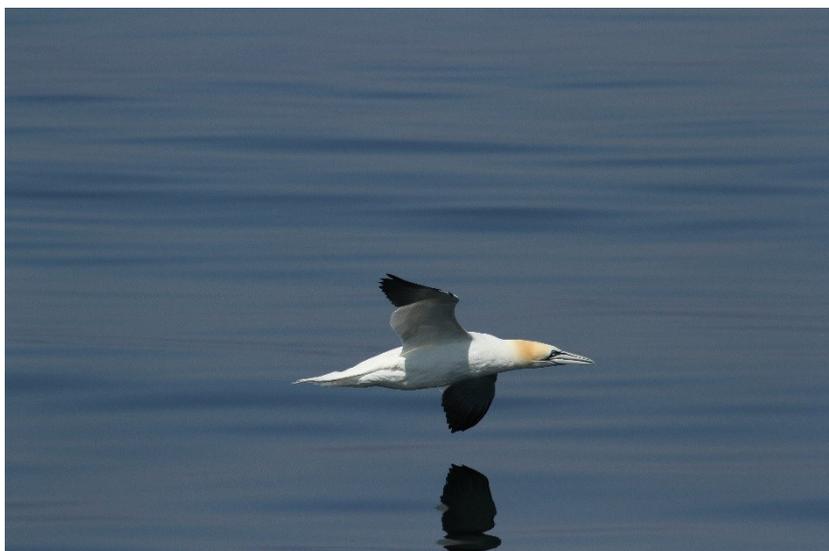


Figure 31. Fou de Bassan.

Tableau 50. Synthèse du nombre total d'observations de Fou de Bassan sur l'ensemble des transects (grands et petits), et résumé de leur phénologie sur la zone élargie du parc lors des 3 phases de suivis (état initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020, et année de construction : 2021/2022).

	2013/2015		2019/2020			2021/2022		
	Présence Générale	Pic de Présence	Nombre d'observation	Présence Générale	Pic de présence	Nombre d'observation	Présence Générale	Pic de présence
Fou de Bassan	4 saisons	Avril Juin	3278	4 saisons	Avril Octobre	2303	4 saisons	Septembre

5.4.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

5.4.2.1 Phénologie de présence, estimation d'effectifs et distribution des observations – Grands transects / Fou de Bassan

Lors de l'EDR et de l'année de construction, le Fou de Bassan a été détecté lors de chaque sortie au cours de l'année. Ceci traduit une présence annuelle de cette espèce dans la zone d'influence du parc, avec cependant une variabilité des classes d'âge au cours de l'année : en automne et hiver, de nombreux adultes et jeunes sont observés, alors qu'en période printanière et, dans une moindre mesure, estivale, ce sont principalement des jeunes oiseaux non reproducteurs (de 1 à 3 ans) qui sont observés, les adultes reproducteurs étant alors localisés au niveau des colonies de reproduction du Nord-ouest de l'Europe (la plus proche colonie est située au nord de la Bretagne, aux Sept-Îles).

Un pic d'individus associé à un pic du nombre d'observations a été noté en avril lors des suivis de l'EDR (Tableau 51). La période printanière correspond classiquement à des déplacements migratoires d'oiseaux se dirigeant vers leurs sites de

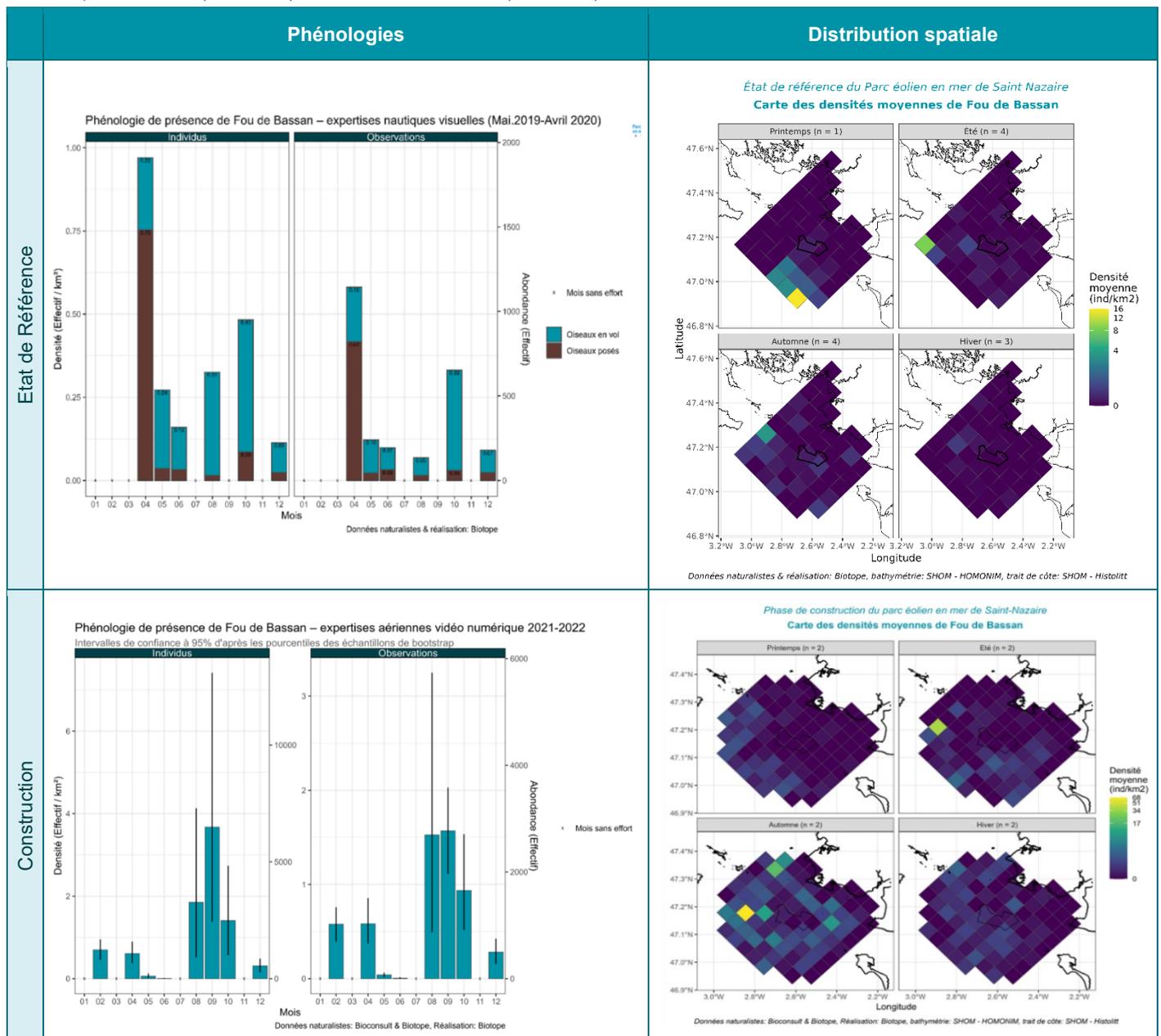
reproduction, Lors des suivis de l'année de construction, ce pic printanier n'a pas été observé, ce qui peut traduire le caractère irrégulier et imprévisible de ce phénomène (pendant la migration il n'y a pas un flux régulier d'oiseau tous les jours).

Lors des 2 années de suivis, la densité des individus observés est plus importante en fin de l'été et en automne (août à septembre) 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 avec une distribution principalement concentrée au sud, sud-ouest et à l'ouest de la zone d'étude.

D'après les cartes des densités moyennes, la phase de construction ne semble pas influencer la distribution spatiale du Fou de Bassan.

Tableau 51. 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 l'année de construction (2021/2022).



5.4.2.1 Analyse BAG

Le modèle BAG appliqué au Fou de Bassan pour mesurer la différence de densité, entre les deux années de suivi, par rapport à la distance aux fondations expliquent démontre une différence significative positive entre les densités au-delà de 19km des fondations, soit en dehors de la zone du parc.

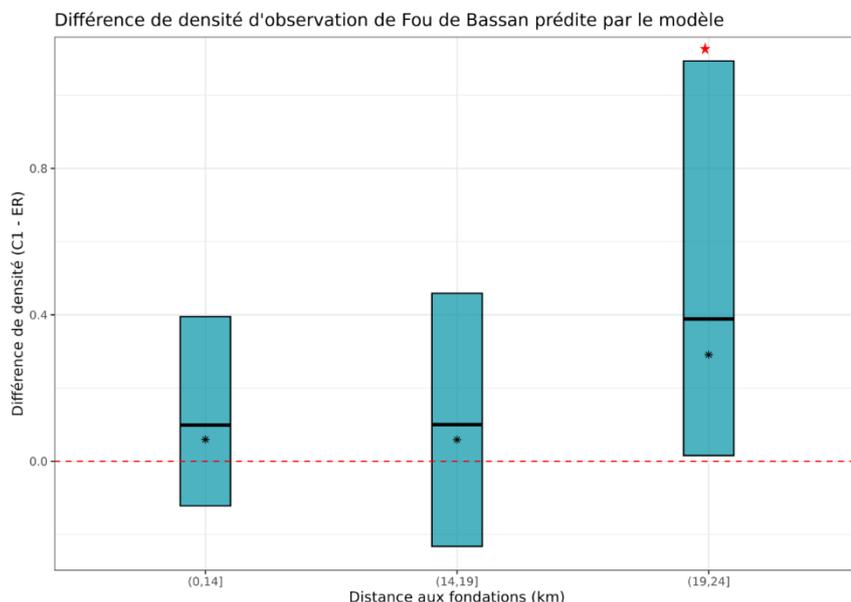


Figure 32 : Différence de densité moyenne des observations entre l'état de référence (ER) et la phase de construction (C1) pour le Fou de Bassan en fonction de la distance aux travaux. Les étoiles noires représentent la médiane, la barre noire représente la moyenne et les limites des rectangles l'intervalle de confiance à 95%. Les étoiles rouges indiquent que les densités moyennes sont significativement différentes entre les 2 phases du projet. La densité est exprimée en nombre d'observations par km².

Le modèle BAG appliqué au Fou de Bassan pour mesurer la différence de densité, entre les deux années de suivi, par rapport à la distance aux éoliennes démontre qu'il n'y a aucune différence significative de densité entre les 2 années de suivis et au sein d'une année.

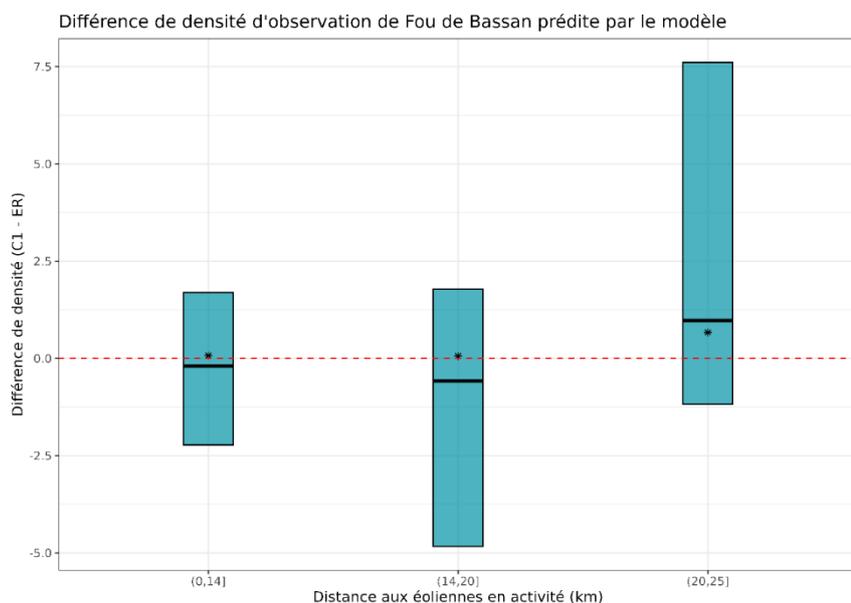


Figure 33 : Différence de densité moyenne des observations entre l'état de référence (ER) et la phase de construction (C1) pour le Fou de Bassan en fonction de la distance aux éoliennes. Les étoiles noires représentent la médiane, la barre noire représente la moyenne et les limites des rectangles l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km².

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

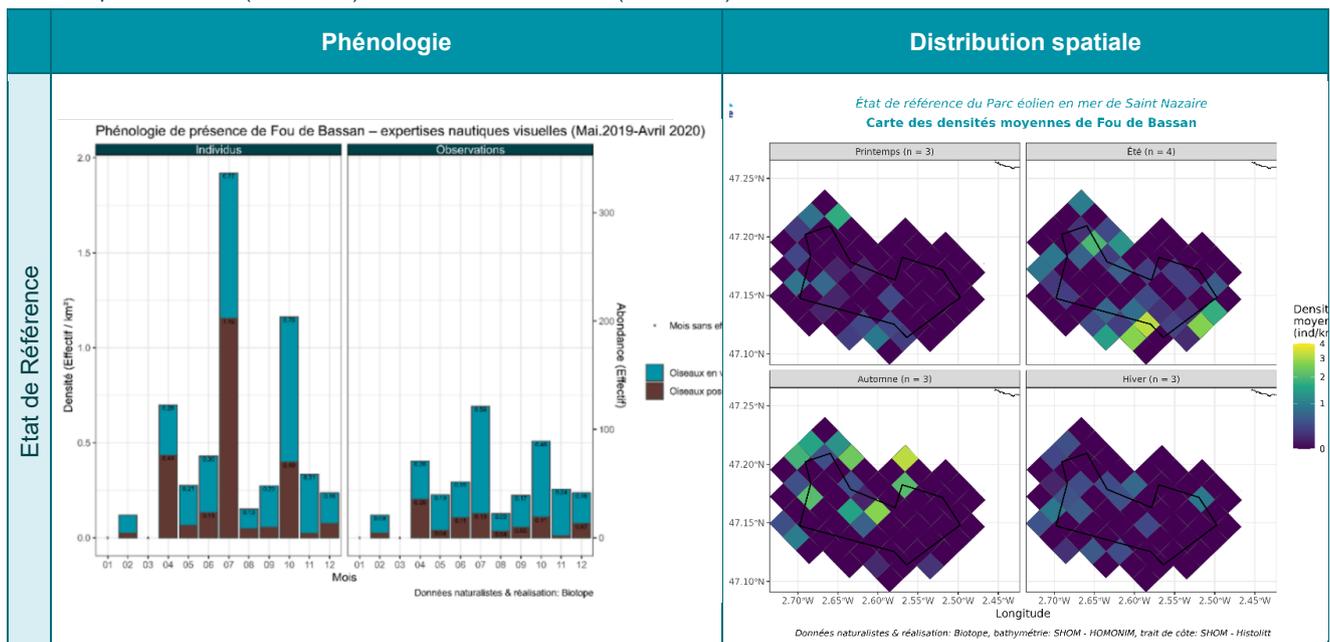
5.4.3.1 Phénologie de présence, estimation d'effectifs et distribution des observations – Petits transects / Fou de Bassan

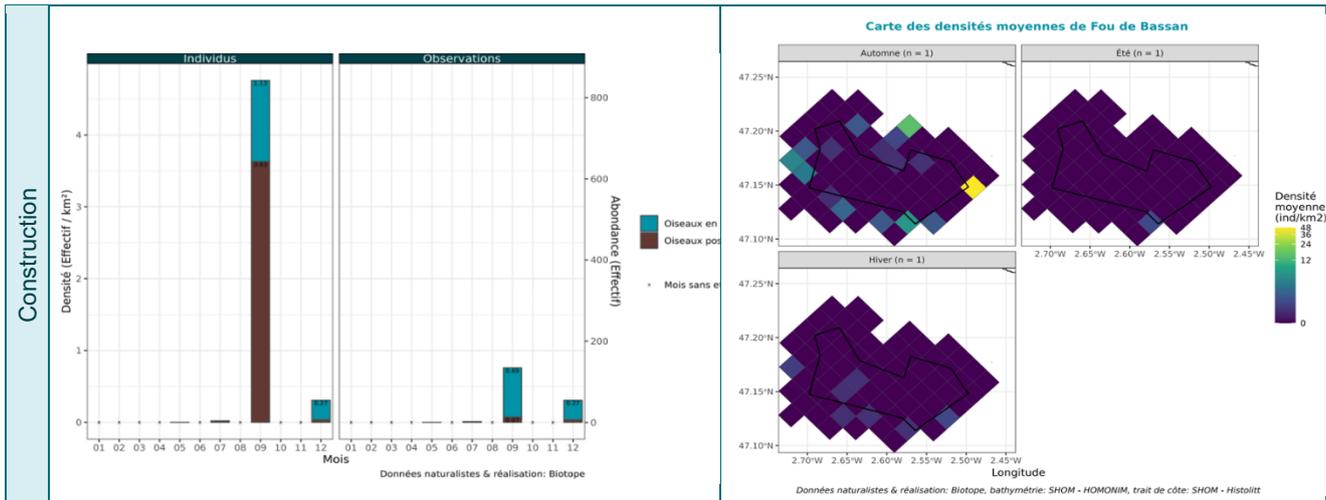
A l'échelle plus locale de la zone du parc, très peu d'observations de Fou de Bassan ont été notées lors des 4 suivis nautiques menés lors de la phase de construction, à l'exception de la sortie de mi-septembre 2022 (Tableau 52). Lors de cette expertise, une densité de 4.7 ind./km² a été estimée, ce qui est une densité assez similaire aux résultats des suivis par avion digital à l'échelle de l'aire d'étude élargie d'août à octobre (de l'ordre de 3,5 à 3,8 ind./km²). Pendant la phase de construction, la majorité des oiseaux a été observée en périphérie de la zone du parc (expertises nautiques), et très peu d'observations ont été faites à l'intérieur du parc. Le pic de densité au mois de septembre 2022 est dû à l'observation d'un grand rassemblement d'individus en limite est de la zone du parc éolien.

Lors de l'EDR, le pic de densité des observations le plus élevé était observé en juillet. Ce pic n'a pas été noté lors de l'année de construction (une des quatre sessions a été réalisée en juillet). Un deuxième pic de densité et d'observations, moins élevé, avait été constaté au mois d'octobre. La distribution des observations au cours de l'automne était assez homogène sur l'ensemble de la zone d'étude.

Etant donné le peu de données disponibles pour l'année de construction, il n'est pas possible de déterminer si les distributions à la marge du parc observés à chaque saison, en comparaison d'une distribution plus homogène lors de l'EDR, sont une conséquence de la présence des travaux ou dus à une combinaison de facteurs environnementaux et comportementaux de cette espèce qui n'a pas de zone de prédilection de chasse et qui est connu pour avoir un zone de recherche de nourriture élevé, les concentrations de proies dépendant des conditions océaniques, climatiques et de la présence d'autres super-prédateurs.

Tableau 52. 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 l'année de construction (2021/2022).





5.4.4 Analyse des comportements

5.4.4.1.1. Comportement de pêche ou suiveurs

Parmi toutes les observations notées lors des suivis dans la zone rapprochée du parc, 8% (14 individus) des Fous de Bassan ont été observés en vol et aucun n'a été observé suivant un bateau de pêche. Les Fous de Bassan ne se rassemblent généralement pas en grand nombre derrière les navires de pêche, bien que quelques individus puissent être observés parmi des regroupements de goélands derrière des bateaux de pêche.

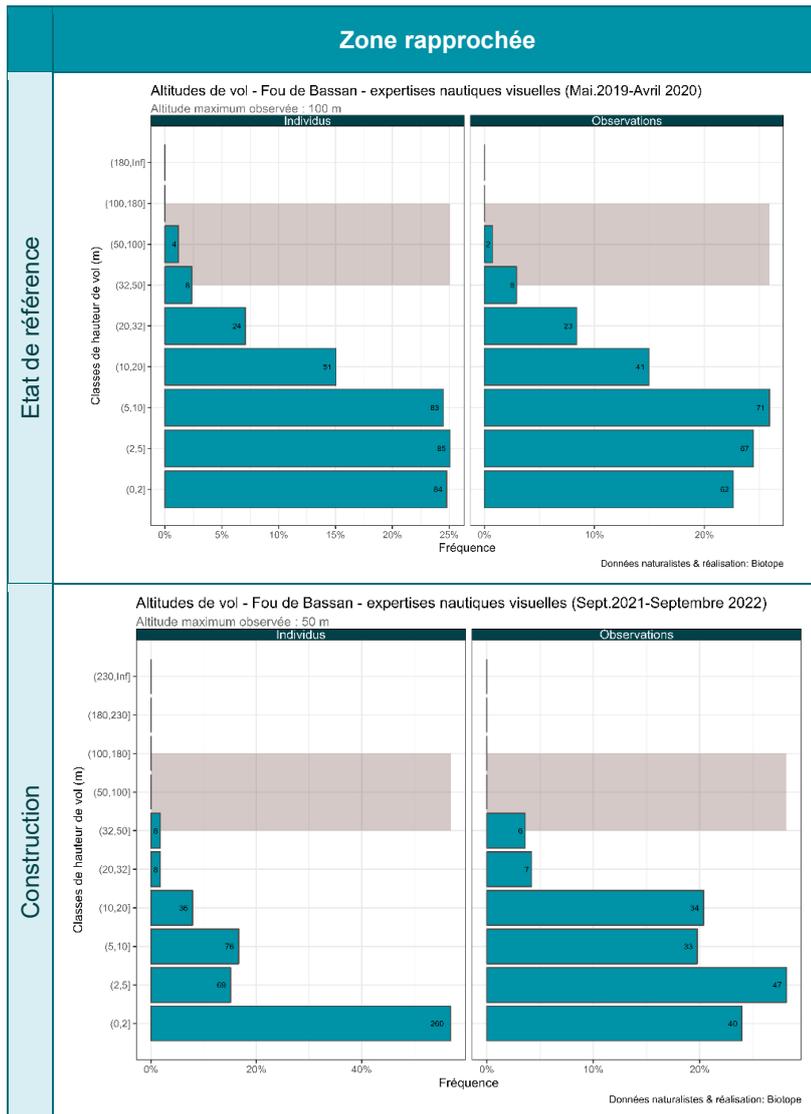
5.4.4.1.2. Analyses des hauteurs de vol

Les Fous de Bassan observés dans la zone rapprochée du parc ont été, pour 97% d'entre eux, notés à moins de 30 m de hauteur. La majorité des oiseaux ont été observés en vol à moins de 20m de haut dans la zone du parc éolien. Ces valeurs sont constantes entre les suivis de l'EDR et de l'année de construction. En dehors de la zone du parc, on retrouve une distribution similaire de gamme des hauteurs de vol.

Tableau 53. Proportions d'individus de Fou de Bassan observés sous la zone de rotation des pales (<32 m). Le nombre d'individus observés est indiqué entre parenthèse.

Espèce	2019/2020	2021/2022
Fou de Bassan	96.4% (n=327)	98.2% (n=449)

Tableau 54. Distribution des hauteurs de vol du Fou de Bassan observées pendant l'EDR et l'année de construction.



5.4.5 Synthèse

Le Fou de Bassan est une espèce peu grégaire en dehors de sa colonie, les individus observés sont souvent seuls (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 inclue 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 plus faible dans la zone d'étude.

Ces phénologies sont observées lors des 2 années de suivis sur l'aire élargie et sur l'aire rapprochée de l'EDR. Lors des suivis sur la zone rapprochée de l'année de construction, il y a eu un seul suivi par saison, et le pic observé en septembre est composé essentiellement d'oiseaux posés. Il s'agit sûrement d'un groupe d'oiseau qui s'est regroupé car il y avait une abondante source de nourriture (bateau de pêche ou bancs de poissons), similairement à ce qu'on a observé pour plusieurs espèces de Goélands le même mois.

A l'échelle de la zone élargie du parc, il n'y a pas eu de différence significative sur la distribution de Fou de Bassan entre les deux années de suivis. Avec une présence plus forte dans la moitié ouest de l'aire d'étude. Les résultats du BAG confirment une absence significative de différence de densité entre les deux années de suivi au niveau de la zone du parc et à distance de celle-ci. C'est, pour la grande majorité, des oiseaux en vols qui ont été observés, donc probablement des oiseaux en

recherche de nourriture avec un comportement de vol aléatoire sur l'ensemble de la zone d'étude. Ce qui explique des densités ponctuelles élevées associées à des comportements de pêche.

À l'échelle de la zone rapprochée du parc, le très faible nombre d'observation dans la zone du parc pendant l'année de construction par rapport à l'EDR peut être une conséquence de la phase de construction. Le niveau général de sensibilité à l'effet de déplacement en phase de construction est moyen. Des études sur d'autres parcs ont montré une diminution de 43% de la fréquentation des individus dans la zone du parc pendant la phase de construction, alors qu'elle n'était que de 2% dans la zone de contrôle (Vanermen and Stienen, 2009). Etant donné le comportement suiveur de ces espèces, cette apparente diminution de densité dans la zone du parc peut être dû à l'absence de bateaux de pêches dans la zone. Cependant, cette interprétation ne peut pas être affirmée car il y a eu trop peu de suivi sur la zone rapprochée et cette observation va à l'encontre des résultats du modèle BAG à partir des données des grands transects.

Le Fou de Bassan vole principalement à des hauteurs qui sont inférieures à 32m, donc sous la hauteur de pales des éoliennes.

Note sur les densités : L'estimation des densités est de 2 à 4 fois plus élevée pendant l'année de construction par rapport à l'état de référence sur la zone d'étude élargie. Le retour de nos experts ornithologues confirme que cette différence pourrait être, au moins en partie, une conséquence des différentes technologies utilisées. Même si le Fou de Bassan est une espèce facilement détectable et identifiable en bateau, il présente aussi régulièrement un comportement de vol au ras de l'eau, le rendant moins visible pour les observateurs sur un bateau, mais ce dernier est systématiquement détecté avec la technique d'expertises aériennes digitales haute altitude.

5.5 Procellariidés

5.5.1 Espèces concernées

5 espèces de Procellariidés ont été observées lors des suivis menés en 2013/2015, 2019/2022 et 2021/2022 :

- Le Fulmar boréal (migrateur et hivernant dans le golfe de Gascogne) ;
- 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 34. Puffin des Baléares.



Figure 35. Puffin fuligineux.



Figure 36. Puffin des Anglais.



Figure 37. 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 55. Synthèse du nombre total d'observations du Puffin des Baléares *sur l'ensemble des transects (grands et petits)*, et résumé de leur phénologie *sur la zone élargie du parc* lors des 3 phases de suivis (état initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020, et année de construction : 2021/2022).

Espèce	2013/2015			2019/2020			2021/2022		
	Nombre d'observation	Distribution Générale	Pic de Présence	Nombre d'observation	Distribution Générale	Pic de présence	Nombre d'observation	Distribution Générale	Pic de présence
Puffin des Baléares	>6674	Printemps, été, automne	Juin Août	613	Printemps, été, automne	Juin	1727	Été, automne	Août

Tableau 56. Nombres d'individus de la famille des puffins observés lors des 3 phases de suivis.

	2013/2015	2019/2020	2021/2022
Fulmar boréal	4	1	3
Puffin majeur	1	0	0
Puffin fuligineux	13	3	0
Puffin des Anglais	34	6	2
Puffin indéterminé	5	3	26

5.5.2 Puffins des Baléares

5.5.2.1 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

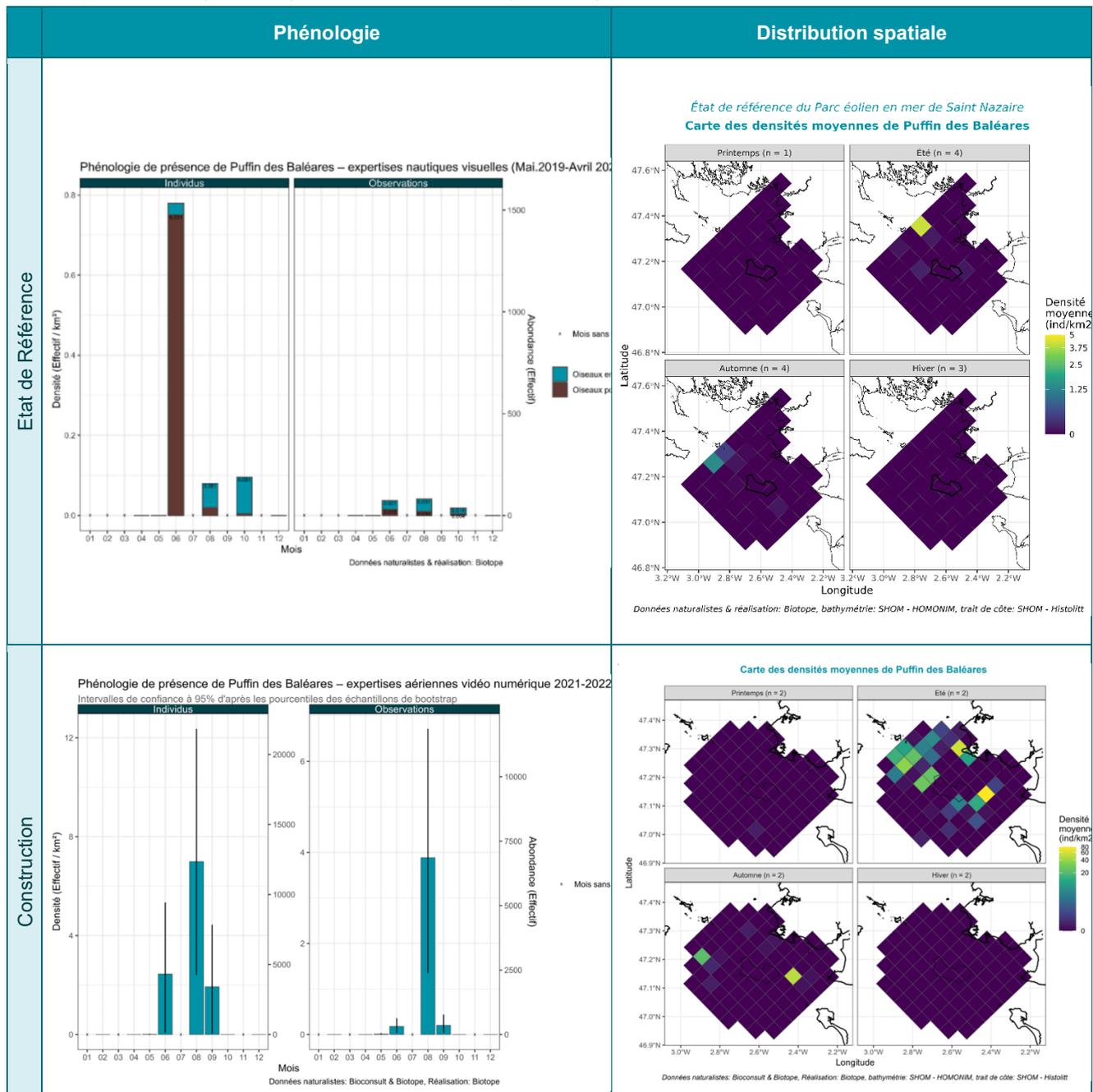
5.5.2.1.1. Phénologie de présence/Estimation d'effectifs et distribution – Grands transects /

Puffin des Baléares

Le Puffin des Baléares est présent dans la zone élargie du parc, principalement du mois de juin au mois d'octobre, avec un pic de présence en juin lors des suivis 2019/2020 et en août lors des suivis 2021/2022. Le pic observé lors de l'EDR est influencé par un grand rassemblement d'individus, car le nombre d'observations correspondant est faible. Le pic observé pendant l'année de construction est quant à lui engendré par l'accumulation de nombreuses observations avec des effectifs moindres (Tableau 57).

Pour chaque saison, leur distribution est conforme à ce qui est connu, c'est-à-dire une plus forte concentration à l'est de la zone de projet, 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 d'une zone de concentration régulière de cette espèce à l'échelle locale, connue pour ses eaux riches en proies.

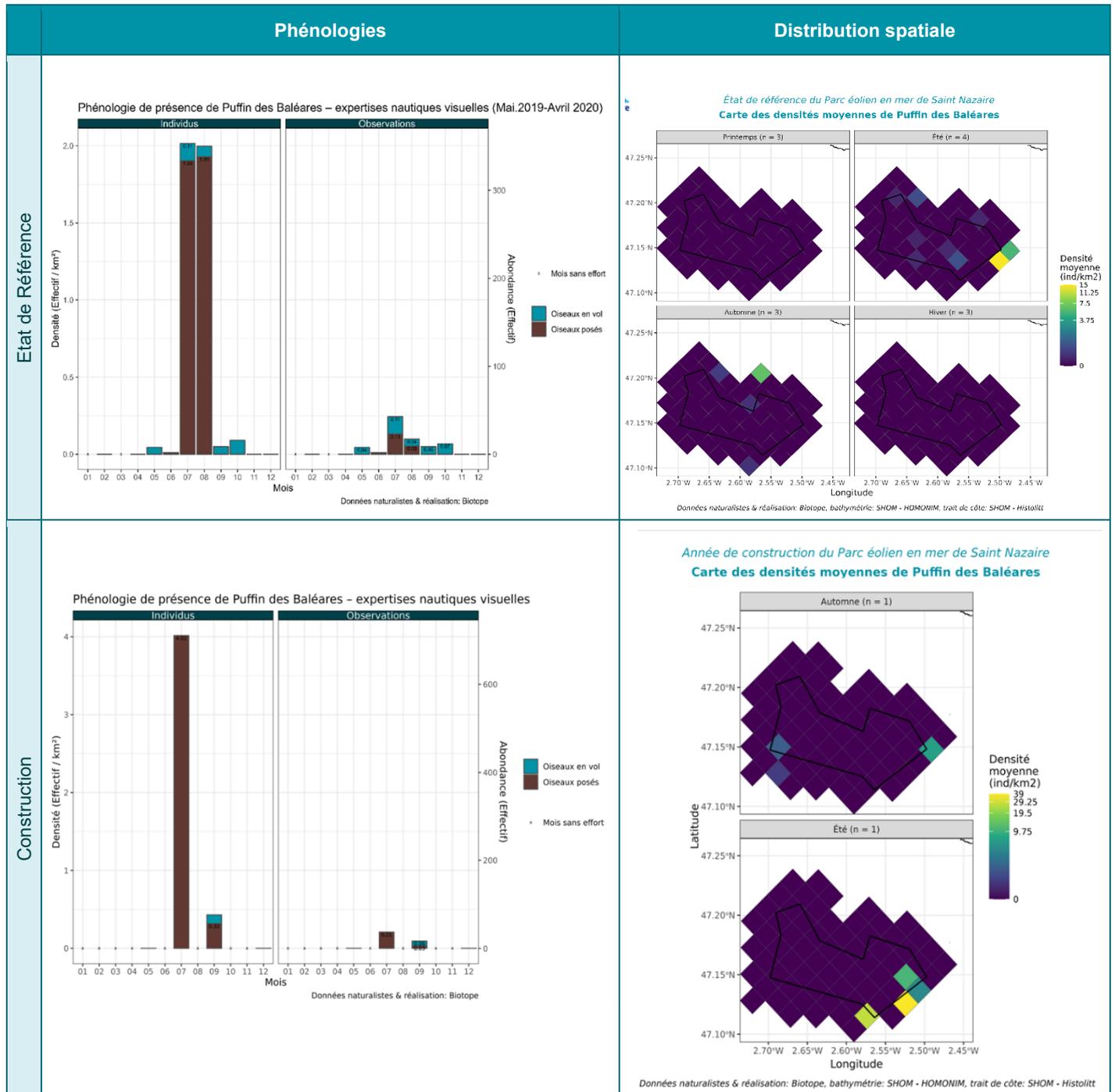
Tableau 57. Phénologies et cartes de densités moyennes du Puffin des Baléares selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).



5.5.2.2 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats – Puffin des Baléares- Petits transects- Phénologie de présence/Estimation d'effectifs et distribution

Dans la zone du parc et de ses abords immédiats, la phénologie et la distribution du Puffin des Baléares sont similaires à celles de la zone élargie, avec une présence entre mai et octobre et un pic de présence très marqué en juillet et août (Tableau 58). Ces pics sont principalement composés d'oiseaux posés en limite sud-est de la zone du parc. Pour les 2 années, les densités maximales estimées lors des suivis petits transects sont d'environ 2 à 4 ind/km², avec des densités maximales plus fortes lors des suivis menés pendant la phase de construction (effectifs cumulés supérieurs). Pour toutes les années de suivi, les pics observés sont influencés par la présence de grands groupes d'oiseaux posés, ce qui est conforme à l'écologie de cette espèce très grégaire.

Tableau 58. 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 l'année de construction (2021/2022).

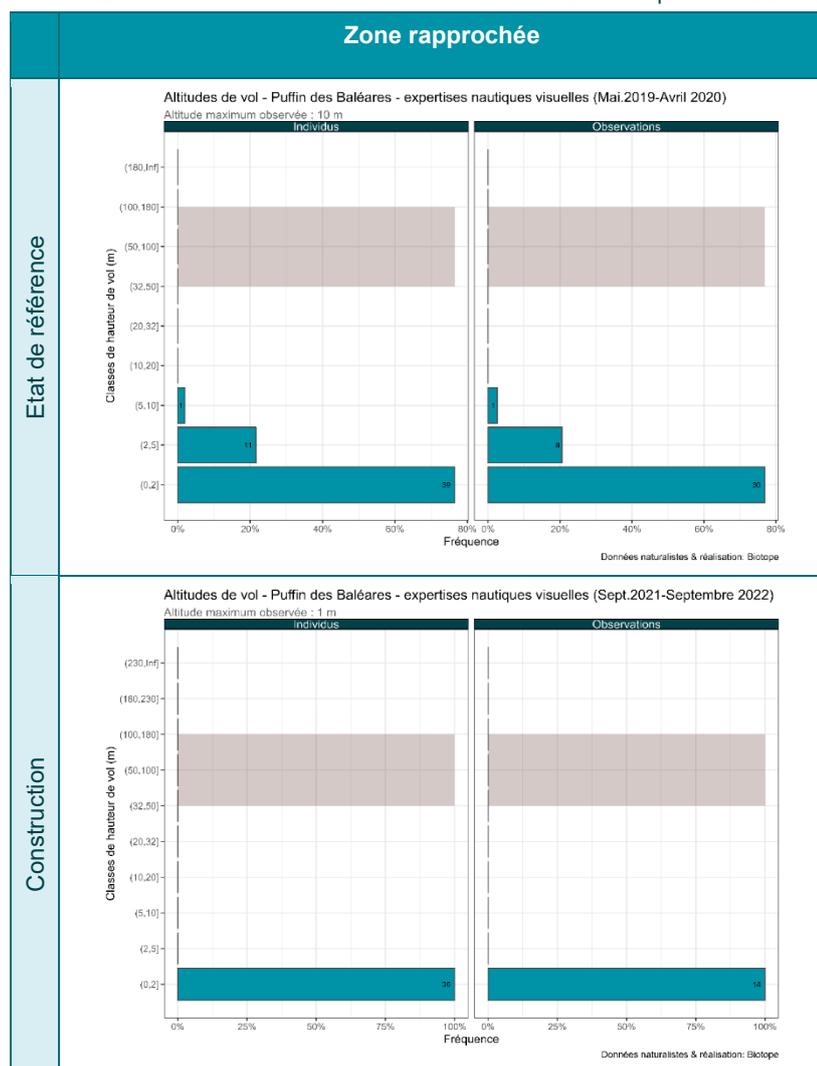


5.5.2.3 Analyse des comportements

Sur l'ensemble des suivis, moins d'un tiers des observations (23%) ont concerné des oiseaux en vol.

Lors des deux années de suivis, 100% des Puffins des Baléares ont été observés sous la zone de rotation des pales, cette espèce volant à très faible altitude (0 – 2 m généralement). Cette constatation est aussi valable avec les données de l'EDR sur la zone élargie du parc (Tableau 59).

Tableau 59. Distribution des hauteurs de vol du Puffin des Baléares pendant l'EDR et l'année de construction.



5.5.3 Autres Procellariidés

Parmi les autres Procellariidés observés, sont principalement des oiseaux non identifiés à l'espèce (Tableau 56). En combinant les observations entre la zone d'étude élargie et la zone rapprochée, lors de l'EDR un total de 10 Puffins autres que du Puffin des Baléares ont été identifiés et 5 lors des suivis de l'année de construction. 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 300m, soit en vol mais pas dans les snapshots), seul un indice kilométrique d'abondance (IKA) permet de visualiser la phénologie. Ils présentent une phénologie similaire à celle du Puffin des Baléares (observations entre mai et octobre principalement). Il est fort probable que parmi ces puffins indéterminés la majorité devraient être des Puffins des Baléares puisqu'ils représentent 98% des effectifs de puffins.

La proportion de puffins indéterminés pendant l'année de construction est élevée par rapport aux années précédentes. Cela est à associer à la technique d'expertises aériennes digitales, qui permet de mieux détecter ces espèces, mais avec un taux d'identification à l'espèce pouvant être plus faible, bien que restant très limité (il était de 0.05% pendant l'EDR et il est de 1.5% pendant l'année de construction).

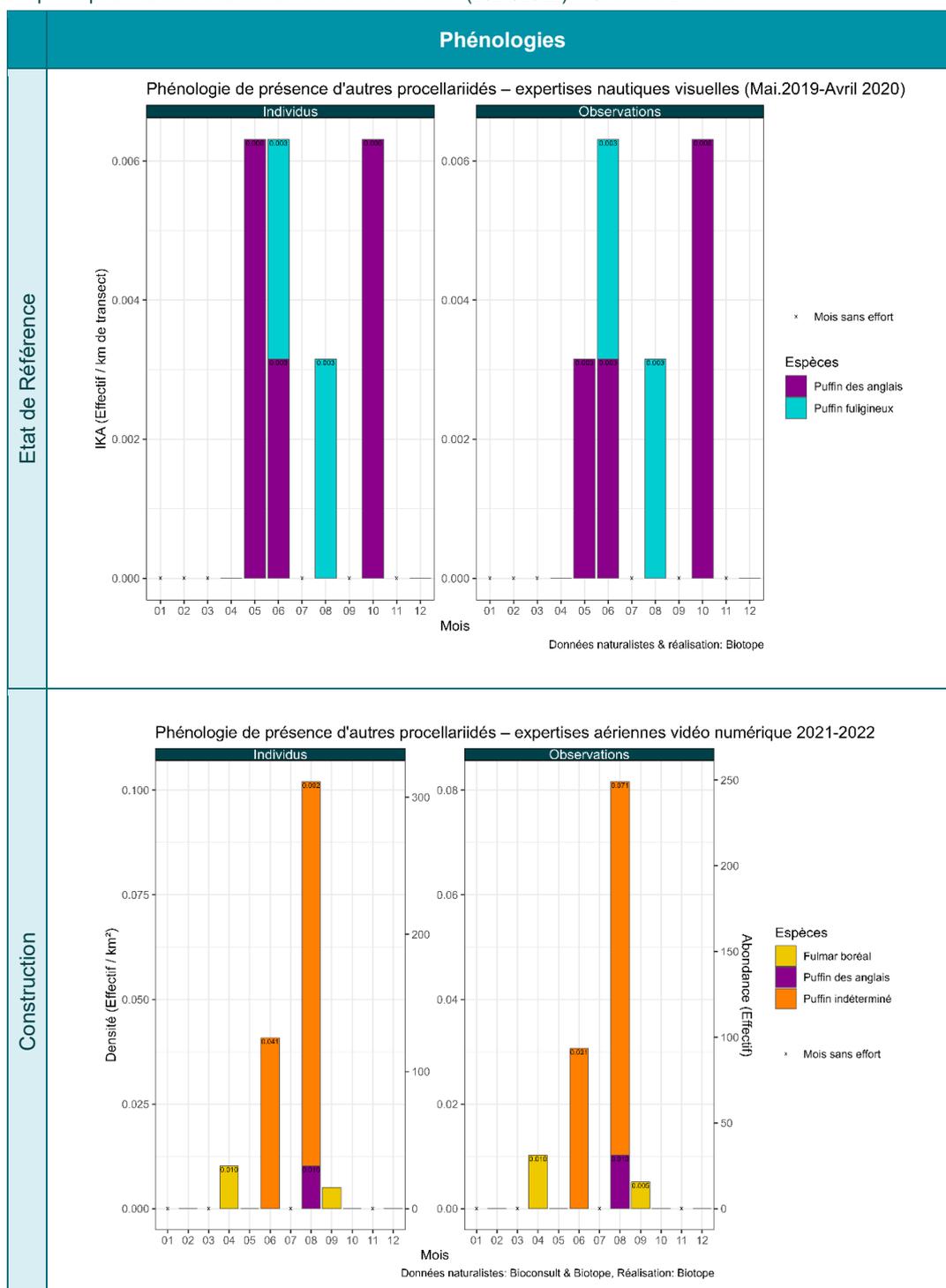
5.5.3.1 Exploitation de la zone élargie du parc – Autres Procellariidés - Phénologie de présence / Estimation d'effectifs et distribution - Grands transects

Tout comme pour le Puffin des Baléares, les autres espèces de Procellariidés ont été observées entre le mois de mai et octobre lors de l'EDR ainsi qu'entre avril et septembre pendant la période de construction.

- Fulmar boréal : aucune observation sur les transects lors de l'EDR et 3 individus ont été observés pendant l'année de construction. Deux en avril pendant la période pré-nuptiale, et un en septembre pendant la période post-nuptiale ;
- Puffin fuligineux : 3 observations lors de l'EDR et 0 pendant l'année de construction ;
- Puffin des Anglais : 6 observations pendant l'EDR, 3 pendant l'année de construction.

Ces diminutions du nombre d'individus ont été observées malgré un effort de prospection plus important lors de l'année de construction. Ces observations ont été réalisées majoritairement à l'ouest et au sud des zones d'étude (Annexe 2-2.1).

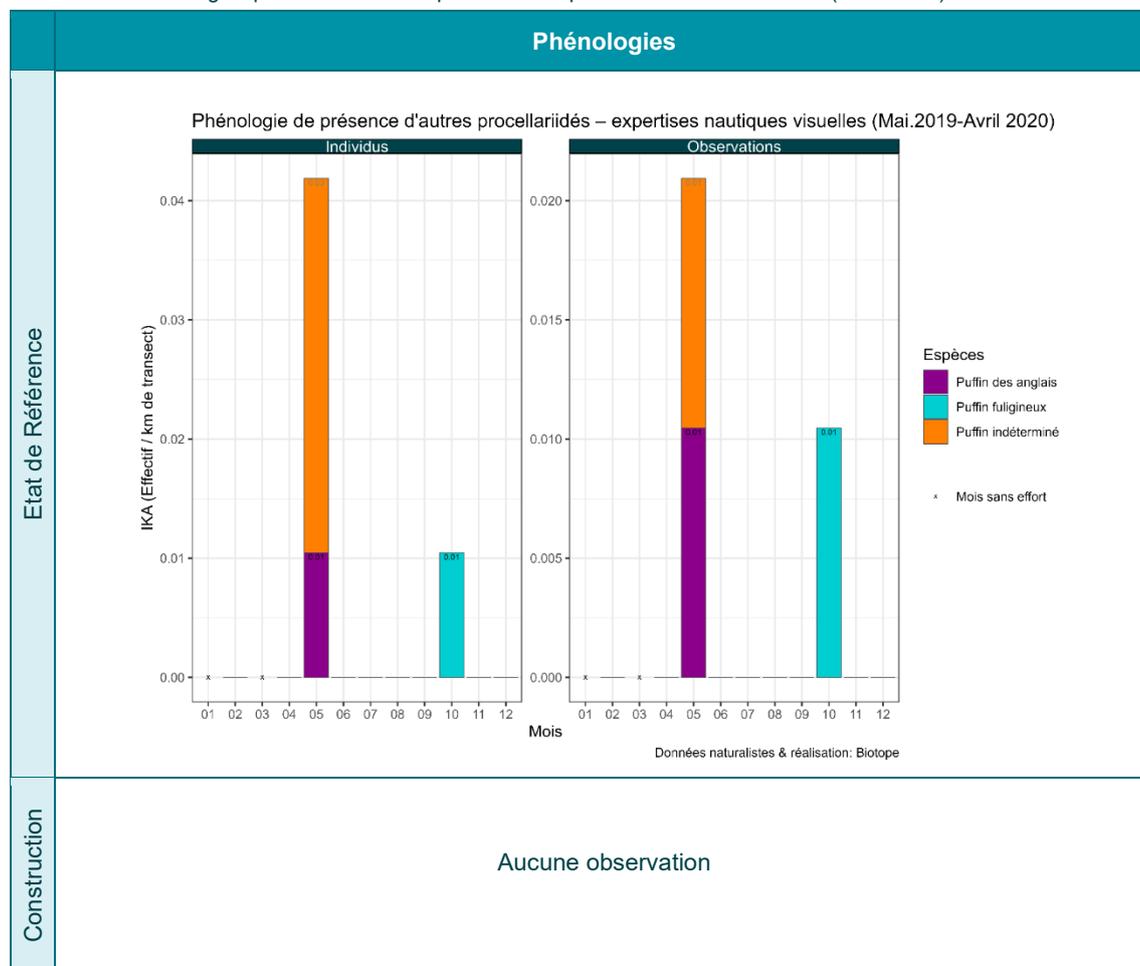
Tableau 60. Phénologies par IKA des autres procellariidés pour les données de l'EDR (2019/2020) et selon les méthodes strip-transect et snapshot pour les données de l'année de construction (2021/2022) – Grands transects.



5.5.3.1 Exploitation de la zone du parc et ses abords – Autres Procellariidés - Phénologie de présence / Estimation d'effectifs et distribution - Petits transects

Dans la zone rapprochée du parc, 1 Puffin des Anglais et 1 Puffin fuligineux ont été observés pendant l'EDR et aucune espèce de puffins, autre que le Puffin des Baléares, n'a été observée lors des suivis de l'année de construction (Tableau 61).

Tableau 61. Phénologies par IKA des autres procellariidés pour les données de l'EDR (2019/2020) – Petits transects.



5.5.3.1 Analyse des comportements

Sur l'ensemble des années de suivis et sur toutes les zones prospectées, les quelques Puffins autres que le Puffin des Baléares ont tous été observés soit posé, soit en vol, comme le Puffin des Baléares à moins de 2m au-dessus de l'eau.

5.5.4 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 20m) 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 en phase de construction, les Puffins des Baléares ont été observés en aussi grand nombre que lors des suivis de l'état initial et de l'EDR. L'aire de distribution de cette espèce est globalement inchangée, au niveau de l'estuaire externe de la pointe du Croisic et de la Basse Fournier, au sud d'Hoedic. Aux abords du parc, des rassemblements allant jusqu'à plus de 200 individus, ont été notés au sud-est de la zone d'étude rapprochée.

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 de construction (il en était de même lors des suivis 2013/2015). Au cours de cette période, des pics d'observations sont constatés, principalement en août et septembre et sont généralement associés à la présence de grands groupes d'oiseaux posés.

Les retours d'expériences sur d'autres parcs européens indiquent un niveau faible de sensibilité générale des puffins à la phase de construction, bien qu'aucun retour d'expérience ne soit à l'heure actuelle disponible pour le Puffin des Baléares. Cela semble concorder avec nos observations : les activités de construction ne semblent pas avoir influencées la fréquentation de l'aire d'étude élargie ou des abords de la zone du parc par le Puffin des Baléares.

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

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) ou hivernale (Fulmar boréal). Le Puffin des Anglais, nicheur très rare dans le nord du golfe de Gascogne, a été très rarement observé.

Note sur les densités : les estimations de densité ont été multipliées par 10 entre l'EDR et l'année de construction. Cette différence très importante est confirmée par nos experts de terrain. En effet, à partir des plateformes des bateaux, beaucoup de procellariidés peuvent ne pas être détectés, car ils sont petits et souvent posés ou en vol au ras de l'eau. Ce comportement réduit la probabilité de détection d'un individu dès qu'il y a un peu de vague ou de houle. Au contraire, à partir des images issues des expertises aériennes digitales, tous les individus sont visibles indépendamment de l'état de la mer. Toutefois, le taux d'identification est légèrement moins bon. Les densités estimées sur la zone rapprochée du parc sont du même ordre de grandeur entre l'EDR et l'année de construction, de 2 à 4 ind/km² respectivement.

5.6 Océanites

5.6.1 Espèces concernées

Deux espèces d'océanites ont été observées sur la période 2019/2022 :

- 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.

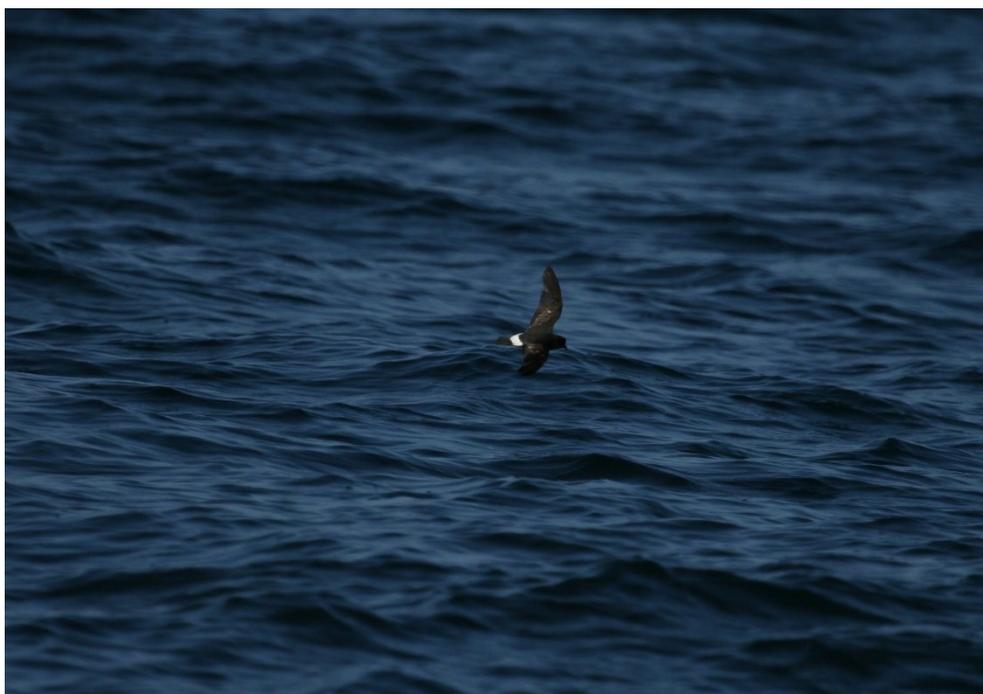


Figure 38. Océanite tempête.

Tableau 62. Synthèse du nombre total d'observations d'Océanite tempête *sur l'ensemble des transects (grands et petits)*, et résumé de leur phénologie *sur la zone élargie du parc* lors des 3 phases de suivis (état initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020, et année de construction : 2021/2022).

	2013/2015			2019/2020			2021/2022		
	Nombre d'observation	Distribution Générale	Pic de Présence	Nombre d'observation	Distribution générale	Pic de présence	Nombre d'observation	Distribution générale	Pic de présence
Océanite tempête	>2088	Eté Automne	Août, septembre	99	Printemps, été, automne	Août	45	Fin été, début automne	Septembre

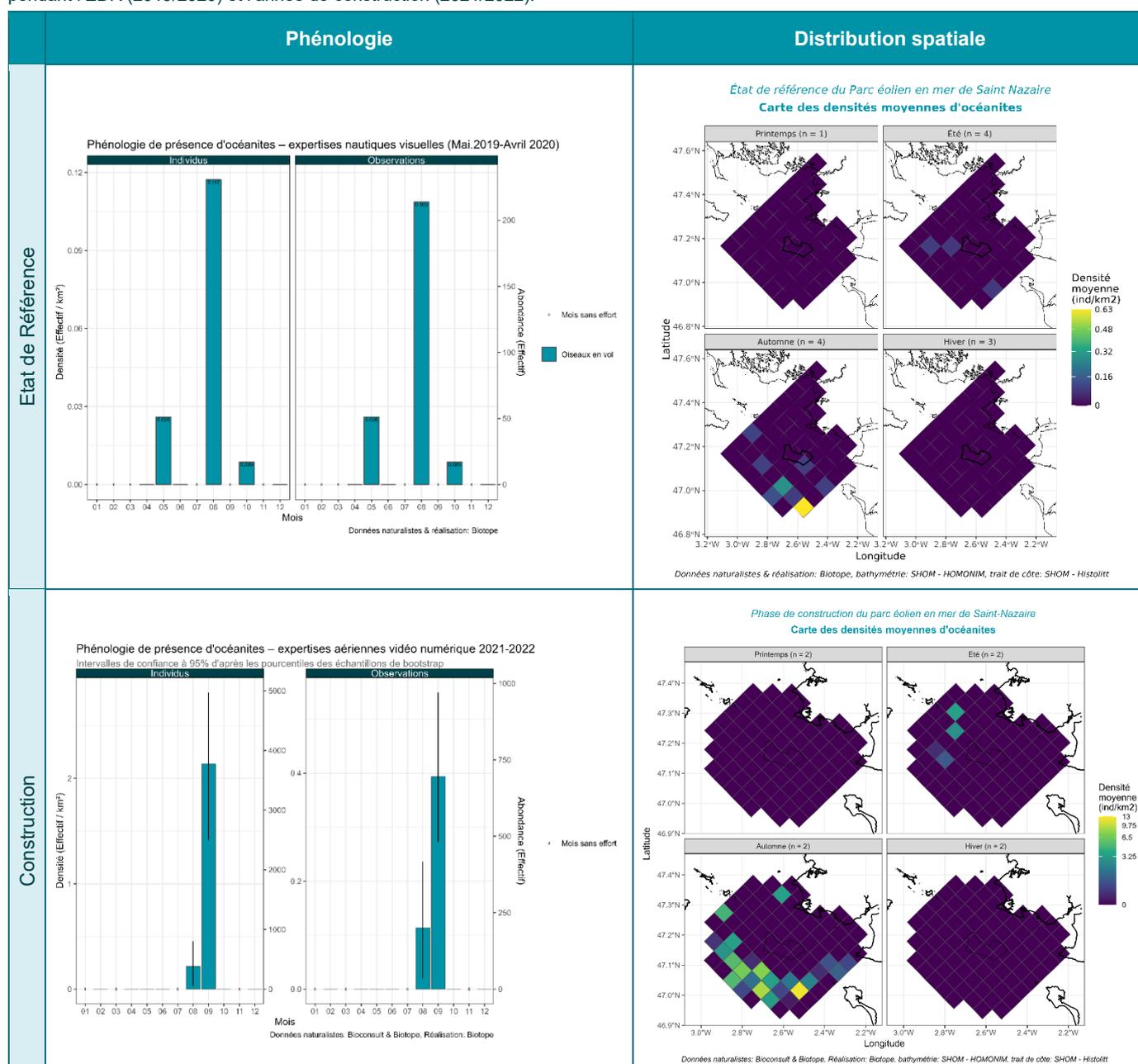
5.6.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

5.6.2.1 Phénologie de présence/Estimation d'effectifs et distribution géographique

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 à l'ouest du banc de Guérande en automne. En automne leur présence est plus diffuse qu'en été. Les distributions observées similaires pendant les trois années de suivis (Tableau 63).

Pendant les suivis de l'année de construction, aucune observation n'a été faite en dehors des mois d'août et de septembre, avec un pic au mois de septembre qui correspond à la période postnuptiale. Lors de l'EDR le pic était en août, mais il n'y a pas eu de suivis en septembre pour comparer. Lors de l'état initial, les pics étaient en août et septembre. Des observations ponctuelles de cette espèce ont été réalisées au printemps lors de l'EDR. Ces observations étaient probablement des individus en migration vers leurs colonies de reproduction au nord de la zone d'étude.

Tableau 63. Phénologies et cartes de distribution de l'Océanite tempête selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).



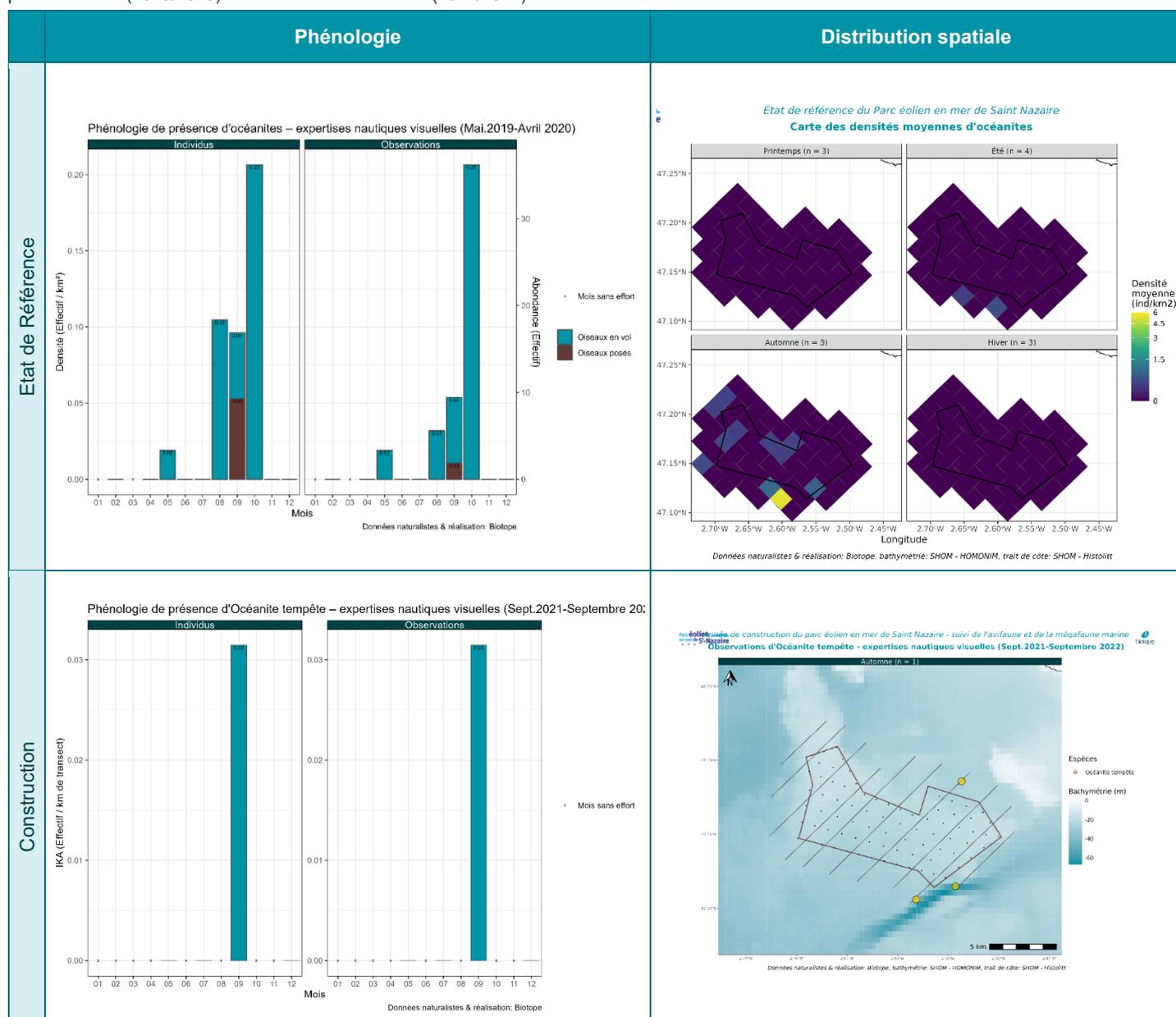
5.6.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects

5.6.3.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des espèces

Les observations d'Océanite tempête lors de l'année de construction sont uniquement des oiseaux en vol (hors snapshot). Elles ne rentrent pas en compte dans l'estimation statistique des densités. La phénologie (figure dans le Tableau 52, section phénologie et construction), représentée par l'IKA pour l'année de construction, permet de représenter les mois au cours desquels cette espèce a été observée. Le graphique de phénologie est associé à une carte de distribution des observations brutes pour les suivis en phase de construction.

La phénologie de présence des Océanites tempête dans la zone rapprochée du parc est en cohérence avec la phénologie sur la zone élargie, avec un pic en fin d'été, début automne. Des observations ont eu lieu au printemps lors de l'EDR comme sur la zone élargie du parc, mais aucune lors de l'année de construction. Pendant l'EDR, la répartition des observations était plutôt homogène sur l'ensemble de la zone rapprochée. Pendant l'année de construction les 3 observations étaient à la marge du parc.

Tableau 64. Phénologies et cartes de distribution de l'Océanite tempête selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).

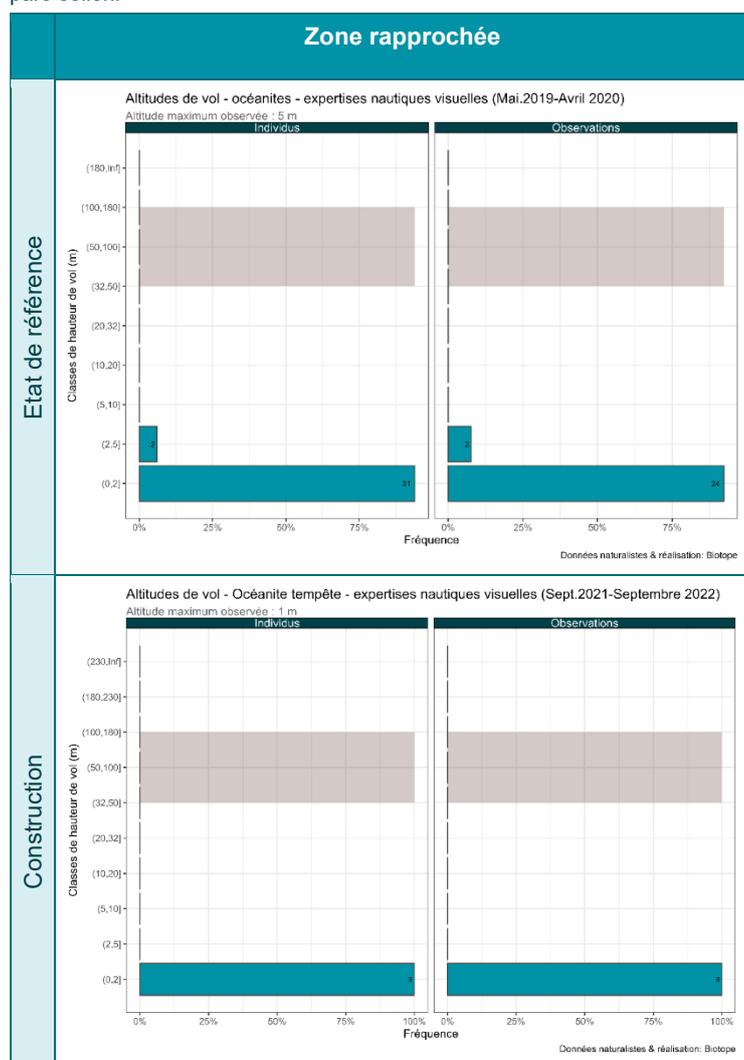


5.6.4 Analyse des comportements

L'Océanite tempête est principalement observé en mer en vol. 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 2021/2022, contrairement à l'état initial.

Une majorité des océanites observées lors de l'EDR et la totalité de celles observées lors des suivis de l'année de construction étaient en vol, avec des hauteurs de vols inférieures à 10m (classiquement 0 à 1 m au-dessus du niveau de la mer).

Tableau 65. Distribution des hauteurs de vol de l'Océanite tempête pendant l'EDR et l'année de construction sur la zone rapprochée du parc éolien.



5.6.5 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 pré-nuptiale (printemps). La variabilité interannuelle importante des observations en mer est connue pour cette espèce.

Les observations des trois années de suivis 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 et le nord-ouest de la zone d'étude en été et qui s'étend vers l'ouest et le sud-ouest du banc de Guérande en automne. Les 3 seules observations réalisées en dehors de la zone du parc en septembre de l'année de construction, ainsi que l'absence de suivis

lors des 2 autres mois avec habituellement des abondances plus élevées (aout et octobre) ne permettent pas de conclure quant à un éventuel impact des travaux de construction sur l'espèce.

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.

Note sur les densités : Pendant l'année de construction, les densités estimées à partir des données d'expertises aériennes digitales sont presque 20 fois plus élevées que les densités estimées lors de l'EDR. Il y avait déjà un facteur 4 entre les densités estimées lors de l'état initial et de l'EDR, alors que les technologies utilisées pour les suivis étaient les mêmes. Les experts ornithologues ne peuvent pas affirmer qu'il y ait une meilleure détection à partir des données digitales, étant donné la taille des individus. Il n'est donc pas possible de savoir si cette différence est un biais dû à la technologie utilisée et/ou d'autres facteurs. Au niveau de la zone rapprochée du parc, les densités sont beaucoup plus faibles pour l'année de construction par rapport à l'EDR.

5.7 Alcidés

5.7.1 Espèces concernées

Trois espèces d'Alcidés ont été observés lors des suivis menés en 2013/2015, 2019/2022 et 2021/2022 :

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



Figure 39. Guillemots de Troïl.



Figure 40. Pingouin torda.

Parmi ces espèces, le Macareux moine (1 individu observé en 2013/2015 et 6 en 2019/2020 et 0 en 2021/2022) est rare à l'échelle de la zone de projet.

Tableau 66. Synthèse du nombre total d'observations d'alcidés *sur l'ensemble des transects (grands et petits)*, et résumé de leur phénologie *sur la zone élargie du parc* lors des 3 phases de suivis (état initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020, et année de construction : 2021/2022).

Espèces	2013/2015			2019/2020			2021/2022		
	Nombre d'observation	Distribution Générale	Pic de Présence	Nombre d'observation	Distribution générale	Pic de présence	Nombre d'obs	Distribution générale	Pic de présence
Guillemot de Troïl		Toutes saisons	Décembre	1459	Toutes saisons	Avril Décembre	6515	Toutes saisons	Février Avril
Pingouin Torda		Hiver, printemps	Décembre	135	Automne, hiver, printemps	Octobre	1239	Automne, hiver, printemps	Février
Macareux moine	1	Automne	Octobre	7	Automne	Octobre	12	Printemps, automne	Avril
Alcidé indéterminés		Automne, hiver, printemps	Octobre	338	Automne, hiver, printemps	Octobre	2229	Toutes saisons	Décembre, février

5.7.2 Guillemot de Troïl

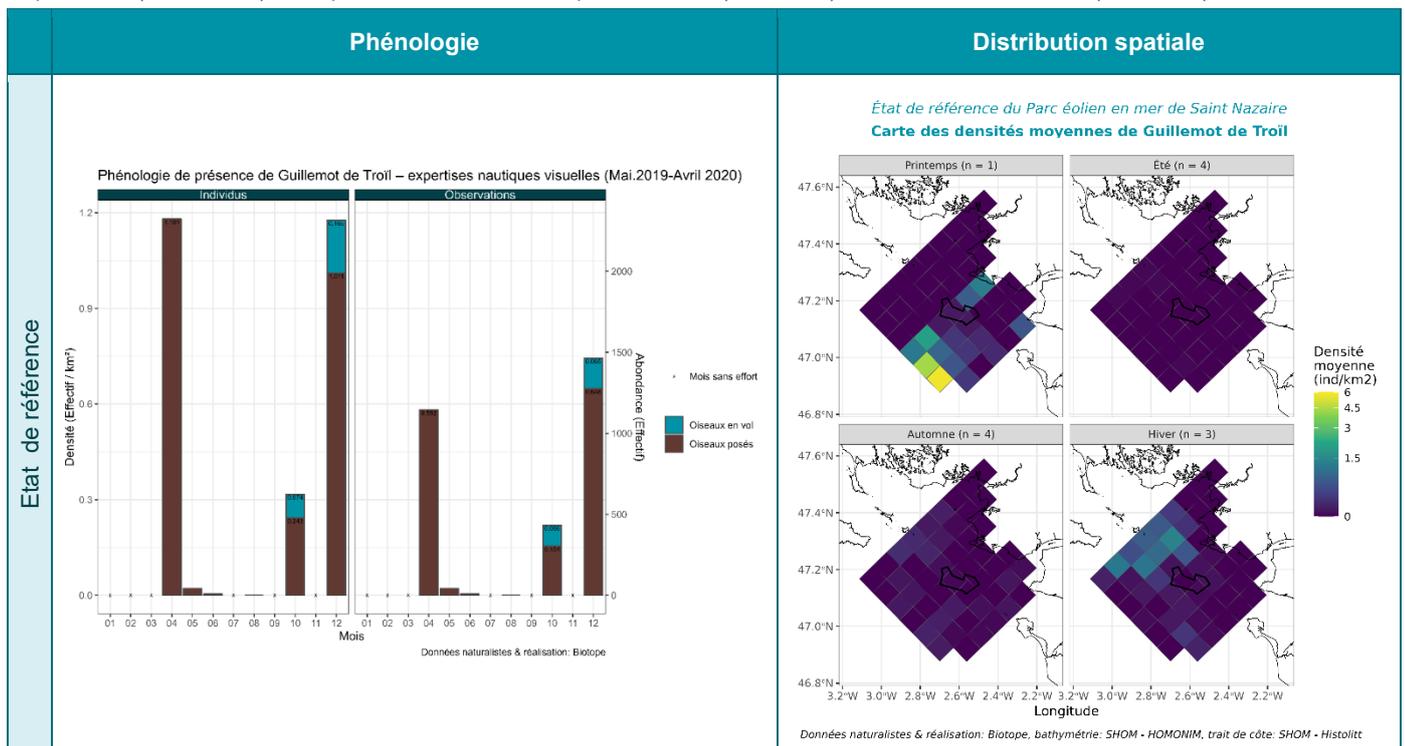
5.7.2.1 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

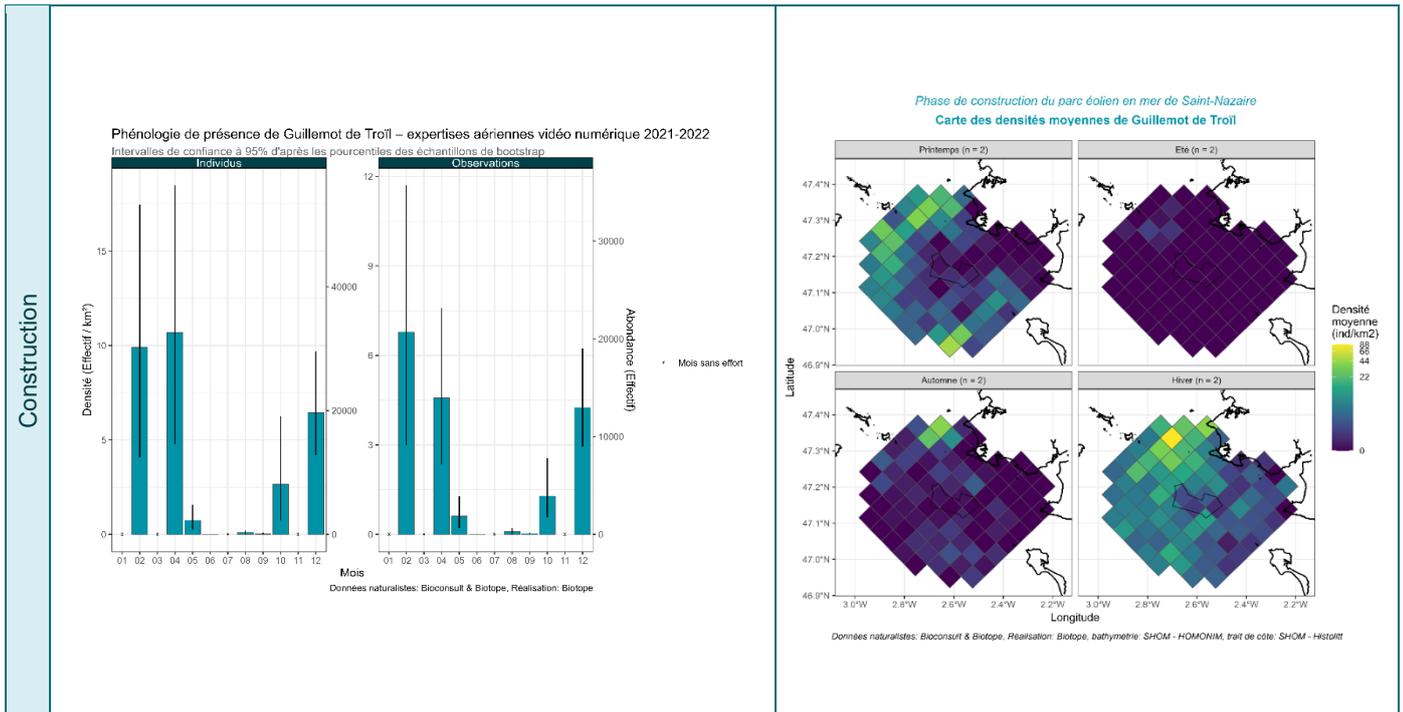
5.7.2.1.1. Phénologie de présence/Estimation d'effectifs et distribution – Grands transects

Le Guillemot de Troïl a été observé principalement entre octobre et mai, pendant les périodes de migration et l'hivernage, au cours des 3 périodes de suivi, avec également une présence estivale mais beaucoup moins abondante (Tableau 67). Les individus présents pendant l'été sont sûrement des individus provenant des colonies de reproduction situées en Bretagne. Pendant les suivis de l'année de construction, les pics de densités sont observés en février et en avril. Il n'y a pas eu de suivis en février lors de l'EDR, mais le pic 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.

Entre les suivis de l'EDR et de l'année de construction, la distribution spatiale des Guillemots de Troïl est similaire, à l'exception du printemps. La distribution du printemps de l'EDR est particulière, avec une dispersion des observations uniquement dans la partie sud et avec un secteur de forte concentration à une quinzaine de kilomètres à l'ouest de l'île de Noirmoutier. Cette distribution est issue des données d'un seul suivi. Cela peut être dû à des conditions environnementales particulières ce jour-là sur l'ensemble de la zone. Lors du printemps de l'année de construction et des hivers des deux années. Cette espèce fréquente la totalité de la zone d'étude, avec des zones de plus fortes densités variables, notamment dans le quart nord-ouest qui semble être privilégié par l'espèce, quelle que soit la saison. 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. Cette distribution se retrouve avec des densités moindres en automne et en été.

Tableau 67. Phénologies et cartes de densités moyennes du Guillemot de Troïl selon les méthodes distance-sampling (état de référence), strip-transect (construction) et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).





5.7.2.1.1. Analyse BAG

Le modèle BAG appliqué au Guillemot de Troïl pour mesurer la différence de densité moyenne des observations, entre les deux années de suivi, par rapport à la distance aux fondations démontre aucune différence significative de densité entre les 2 années de suivis (Figure 41)

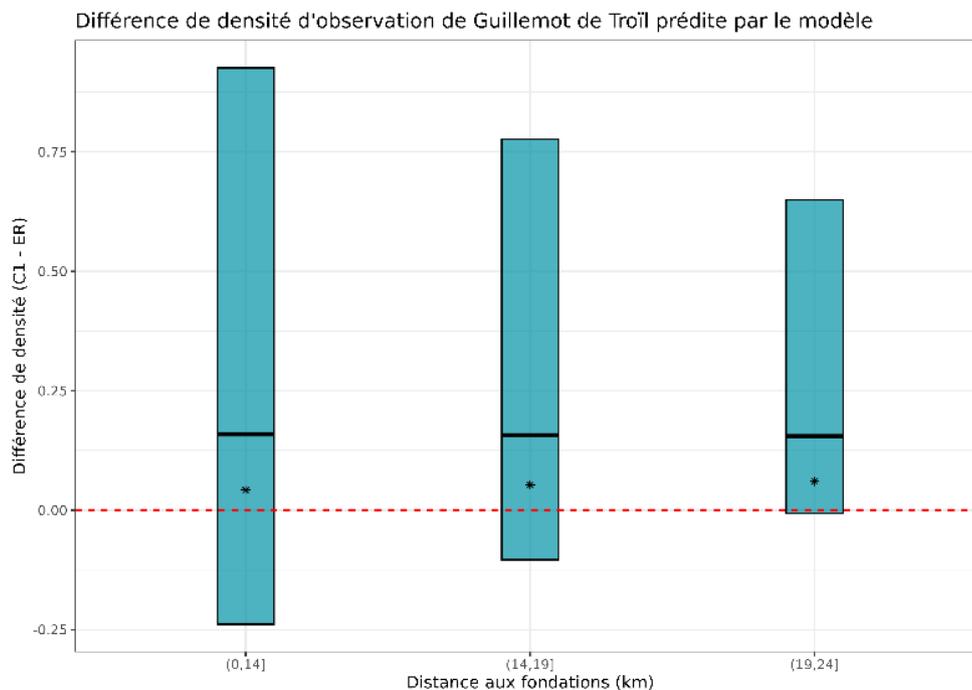


Figure 41 : Différence de densité moyenne des observations, entre l'état de référence et la phase de construction pour le Guillemot de Troïl en fonction de la distance aux travaux. Les étoiles noires représentent la médiane, la barre noire représente la moyenne et les limites des rectangles l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km².

Le modèle BAG appliqué au Guillemot de Troïl pour mesurer la différence de densité, entre les deux années de suivi, par rapport à la distance aux éoliennes démontre aucune différence significative de densité entre les 2 années de suivis (Figure 42).

Différence de densité d'observation de Guillemot de Troïl prédite par le modèle

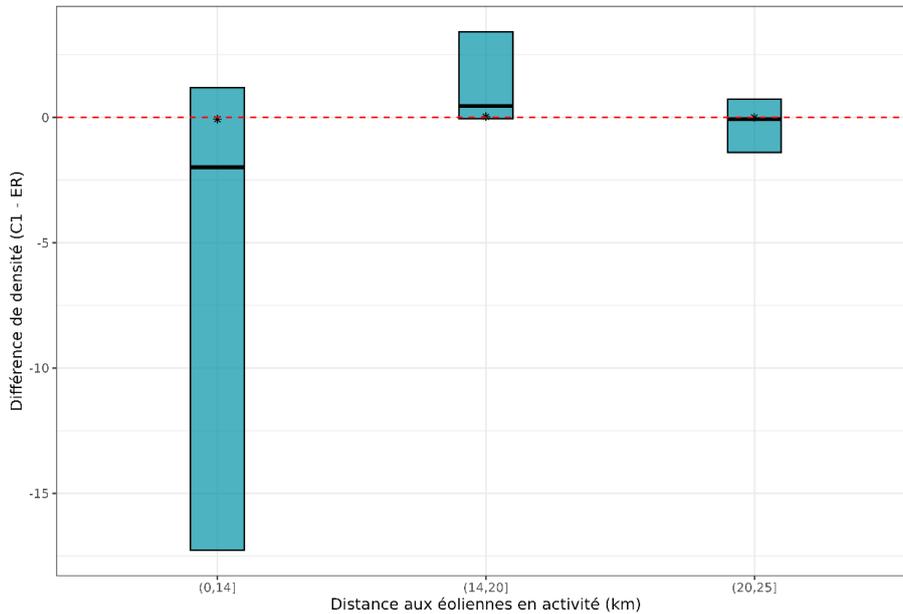
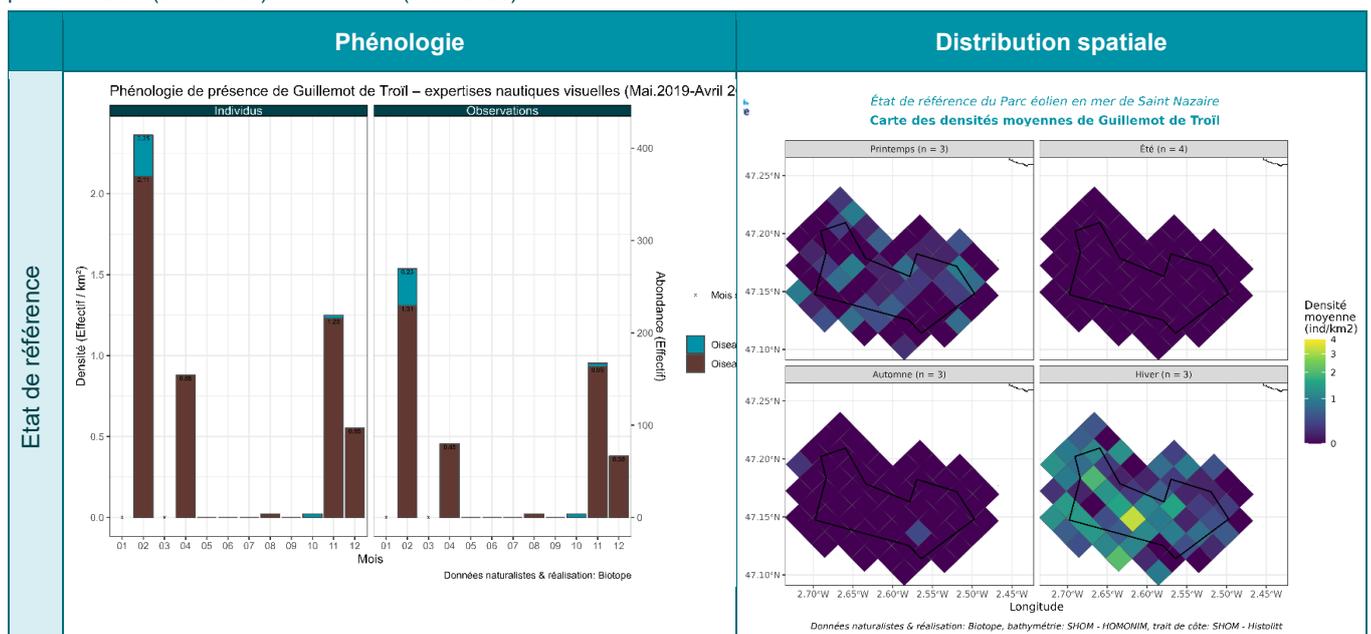


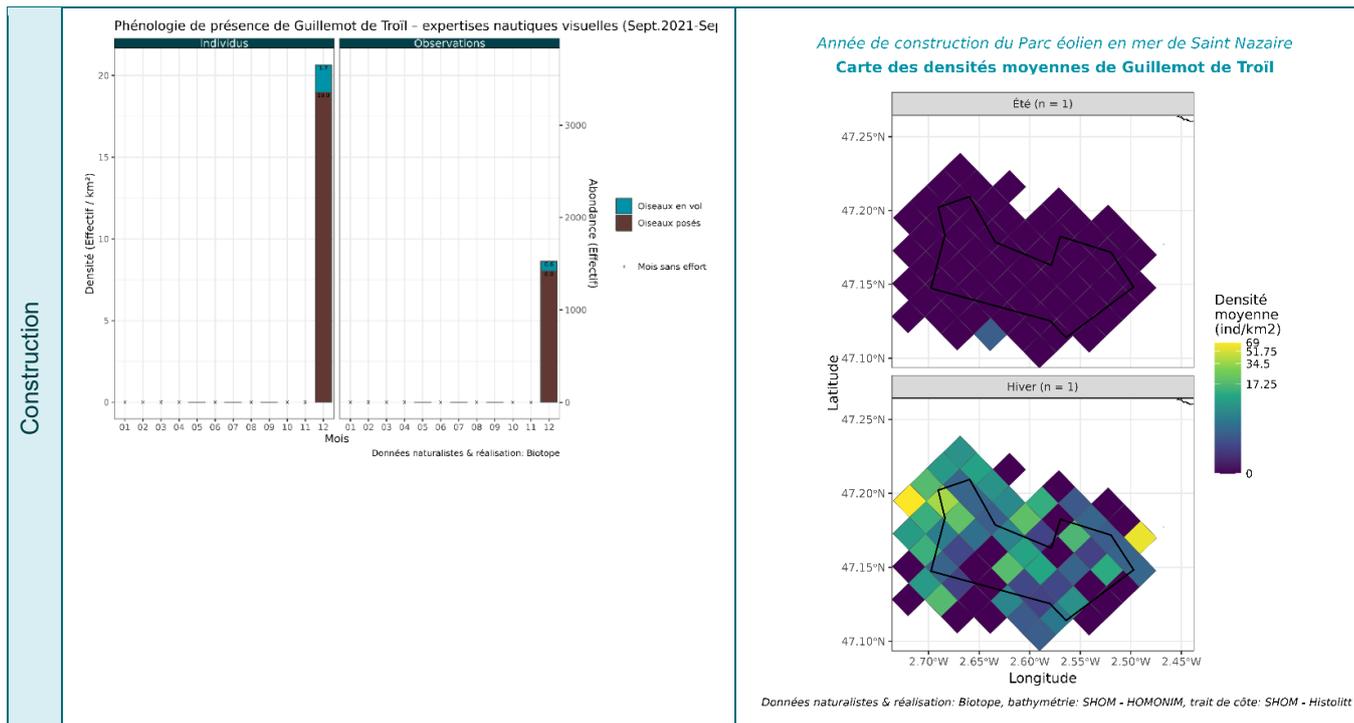
Figure 42 : Différence de densité moyenne des observations, entre l'état de référence et la phase de construction pour le Guillemot de Troïl en fonction de la distance aux éoliennes. Les étoiles noires représentent la médiane, la barre noire représente la moyenne et les limites des rectangles l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km².

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

Au niveau de la zone rapprochée du parc, la phénologie de présence des Guillemots de Troïl 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 à la fin du printemps et en été (Tableau 68). La répartition spatiale en hiver entre les 2 années de suivis est diffuse sur l'ensemble de la zone du parc, tout comme elle l'est sur l'ensemble de la zone élargie.

Tableau 68. Phénologies et cartes de distribution du Guillemot de Troïl selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de (2021/2022).

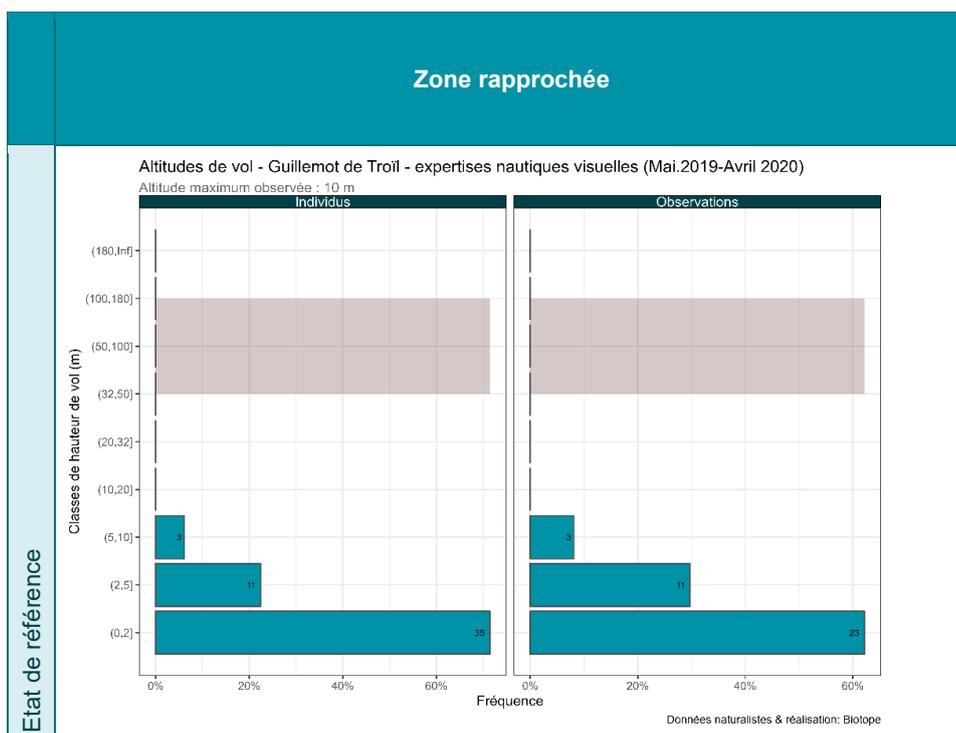


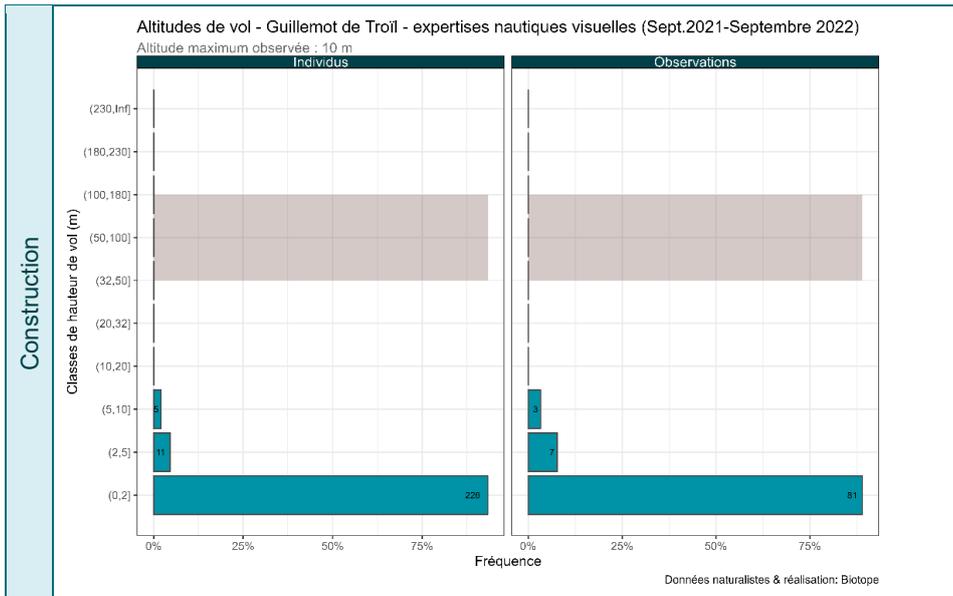


5.7.2.3 Analyse des comportements

90% des individus observés étaient posés. Parmi les oiseaux en vol, 100% des observations réalisées lors des suivis 2019/2020 et 2021/2022 étaient sous la zone de rotation des pales. La hauteur maximale mesurée est de 20m, avec une majorité des individus volant en dessous de 10m (Tableau 69).

Tableau 69. Distribution des hauteurs de vol du Guillemot de Troïl pendant l'EDR et l'année de construction sur la zone rapprochée du parc éolien.





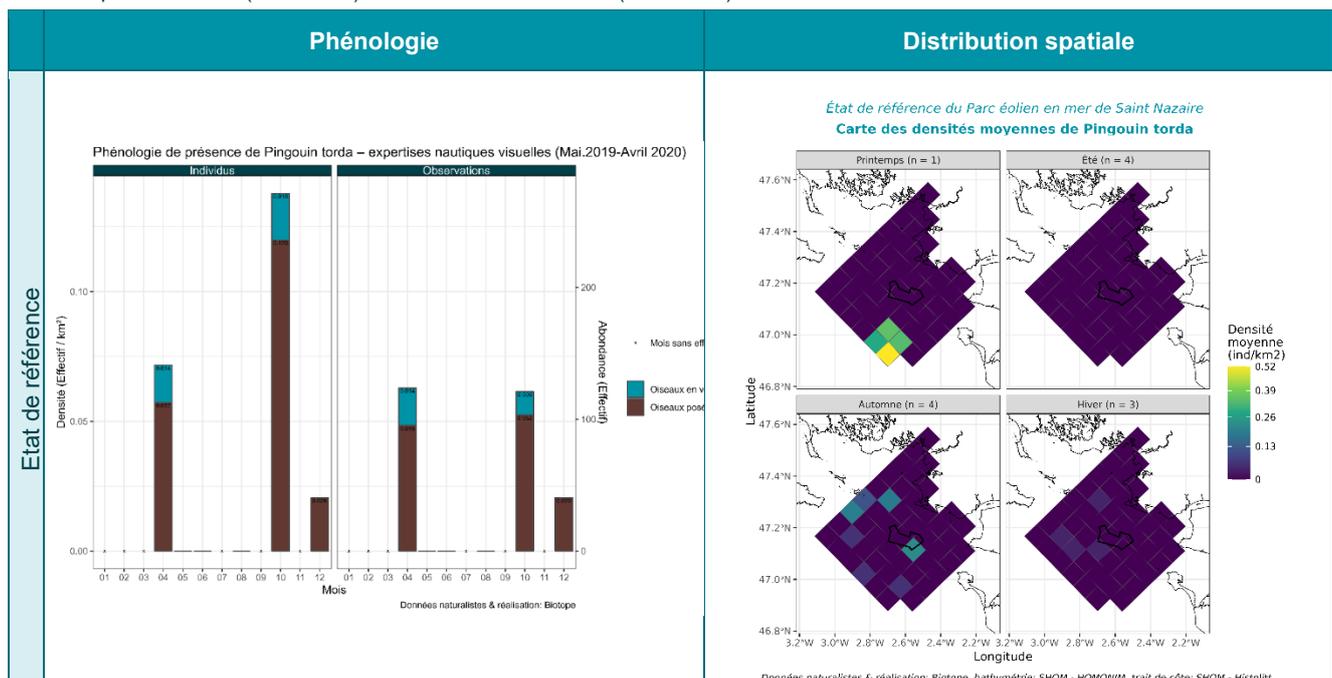
5.7.3 Pingouin torda

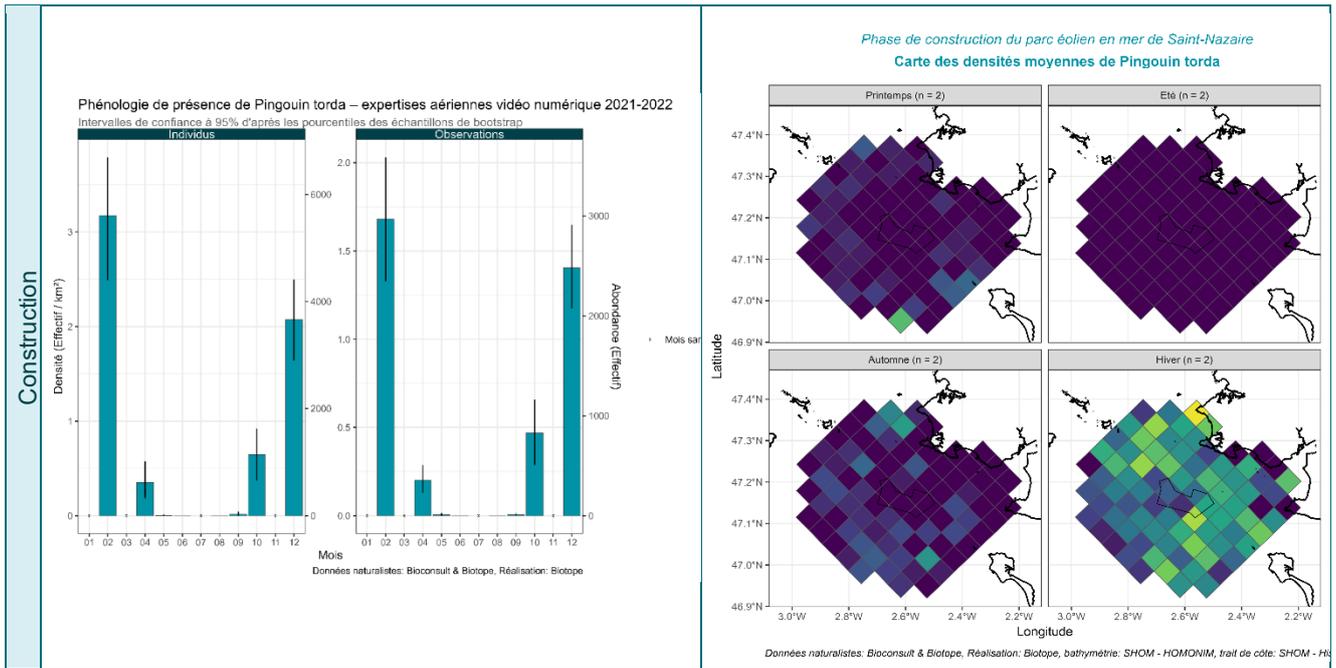
5.7.3.1 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

Pendant les deux années de suivis, le Pingouin torda a été observé d’octobre à avril, lors des passages de migration en période d’hivernage (Tableau 70). Pendant l’EDR, la densité maximale était au mois d’octobre et due à la présence de groupes plus grands (même nombre d’observation pour un nombre d’individus plus élevé) par rapport au mois d’avril. Pendant l’année de construction, le pic de densité est observé au mois de février. 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 Troil, pendant la période de forte abondance (hivernage), la distribution de l’espèce sur la zone d’étude est plutôt homogène. Pendant les périodes de migration, la distribution semble être aux marges de la zone d’étude.

Tableau 70. Phénologies et cartes de densités moyennes du Pingouin torda selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l’EDR (2019/2020) et l’année de construction (2021/2022).

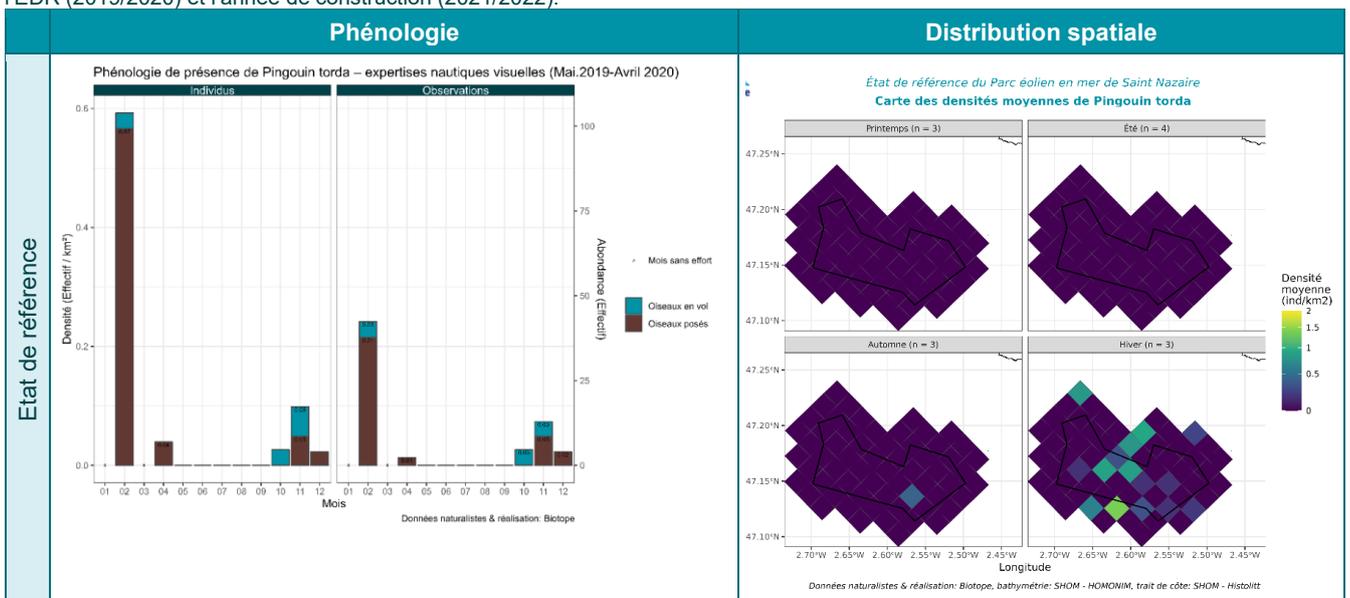


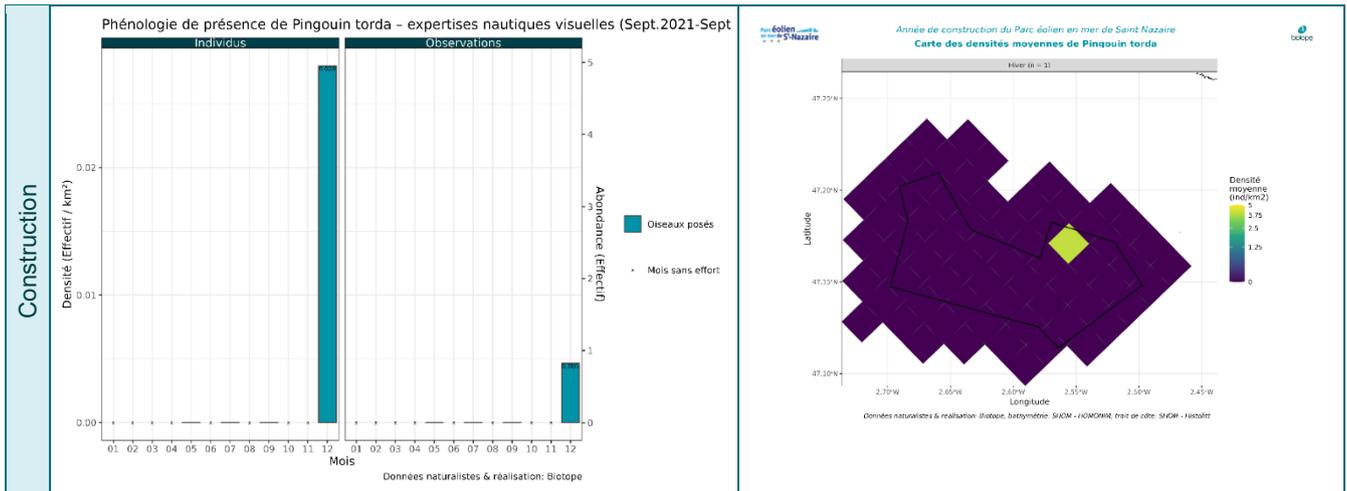


5.7.3.2 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects

Au niveau de la zone rapprochée du parc, la phénologie de présence des Pingouins 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 71). La répartition spatiale en hiver entre les 2 années de suivis s'étend sur l'ensemble de la zone du parc, tout comme elle l'est sur toute la zone élargie. Pendant l'année de construction, les effectifs observés au mois de décembre sont le résultat d'un faible nombre d'observation très localisées. Cela correspond à la présence de radeaux d'oiseaux posés dans une zone probablement riche en proies.

Tableau 71. Phénologies et cartes de distribution du Pingouin torda selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).

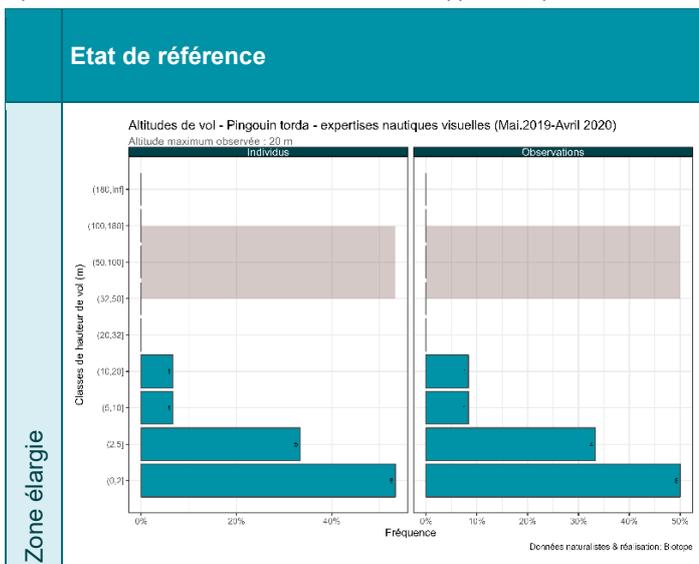


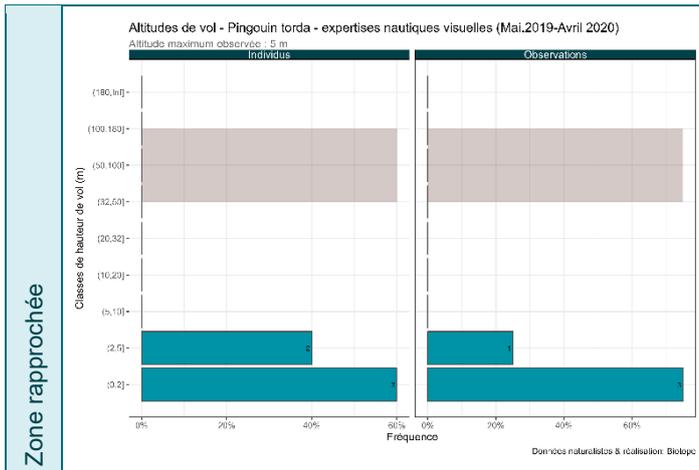


5.7.3.1 Analyse des comportements

Lors des expertises, 90% des individus observés étaient posés. Parmi les oiseaux en vol : 100% des observations ont été faites sous la zone de rotation des pales. La hauteur maximale mesurée est de 20m, avec une majorité d'individus volant en dessous de 10m.

Tableau 72. Distribution des hauteurs de vol du Pingouin torda pendant l'EDR sur la zone élargie et rapprochée du parc éolien (Nota : il n'y a pas eu d'oiseau en vol détecté sur la zone rapprochée pendant l'année de construction).





5.7.4 Autres alcidés

Cette catégorie inclue 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 22% lors de l'année de construction (suivis aériens digitaux et suivis bateau)

Pour les alcidés indéterminés, les phénologies et cartes de distribution spatiales 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 indéterminé de l'annexe 2.2.2)

Pour le Macareux moine, les quelques rares observations ont été réalisées soit en avril, soit en octobre sur l'ensemble des suivis.

5.7.5 Synthèse

Les alcidés sont des espèces grégaires, de petites tailles, qui nichent dans des colonies, au plus près 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 lors de leur passage en migration pré et postnuptiale ou comme zone d'hivernage. Ce qui explique une absence totale d'observation en été, une présence ponctuelle en avril et une présence plus régulière en automne et très marquée en hiver. Les observations pendant l'EDR et l'année de construction sont en total adéquation avec ces connaissances. Ces oiseaux volent au ras de l'eau et sont souvent observés posés en radeaux. L'analyse des hauteurs de vols confirme que 100% des observations étaient à moins de 20m de haut.

Ces espèces sont identifiées comme ayant une sensibilité générale marquée aux effets de déplacement liés aux parc éoliens en mer. La période de présence de ces espèces dans notre zone d'étude est principalement en hiver, période pendant laquelle il y a eu moins de travaux et donc moins de bateaux présents sur site. Aucune différence significative n'a été observée entre l'état de référence et l'année de construction, que ce soit pour la distribution dans la zone élargie ou dans la zone rapprochée du parc. La comparaison des observations de printemps et d'automne ne permet pas d'identifier de modification de phénologie ou distribution. Ceci peut être dû au fait que leur aire de distribution préférentielle semble en marge de la zone rapprochée du parc.

Note sur les densités : Globalement, le grand nombre d'observations réalisées lors des suivis de la zone élargie de la phase de construction diffère du faible nombre d'individus observés lors de l'EDR, les densités étant nettement supérieures lors des suivis en phase de construction que lors des suivis de l'EDR. Ces différences peuvent être liées en partie à la différence de technologie utilisée. Ceci confirme le retour des experts ornithologues : les individus sont souvent posés ou au ras de l'eau. Lors des observations en bateau, cela a pour conséquence de diminuer la détectabilité des individus lorsqu'il y a de la houle ou des vagues. Ceci est moins impactant lors des suivis par avion digital. Cependant, l'identification à l'espèce est plus compliquée avec les données issues du suivi par avion digital.

Notons que sur les suivis de la zone rapprochée, il y a également une augmentation significative (facteur 10) par rapport à la densité estimée lors de l'année de construction pour le Guillemot de Troïl. Cette différence est due uniquement aux observations réalisées au cours d'une seule mission d'expertise pendant l'année de construction. Il n'est donc pas possible

de conclure sur cette forte augmentation de densité : elle peut être liée à une présence ponctuelle importante de nombreux individus sur l'eau à cause de conditions environnementales particulièrement favorables dans la zone, ou bien à une plus forte présence de Guillemots lors de l'hiver 2021/2022 localement.

5.8 Stercorariidés

5.8.1 Espèces concernées

2 espèces de Stercorariidés ont été observés sur la période 2019/2022 :

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

Deux autres espèces de labbes, le Labbe à longue queue et le Labbe pomarin ont été observés moins de 10 fois lors de l'état initial mais pas lors de l'EDR et lors de l'année de construction.

Tableau 73. Synthèse du nombre total d'observations des Stercorariidés *sur l'ensemble des transects (grands et petits)*, et résumé de leur phénologie *sur la zone élargie du parc* lors des 3 phases de suivis (état initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020, et année de construction : 2021/2022).

	2013/2015			2019/2020			2021/2022		
	Nombre d'observation	Distribution Générale	Pic de Présence	Nombre	Distribution générale	Pic de présence	Nombre d'observation	Distribution générale	Pic de présence
Grand labbe	99	4 saisons	octobre	63	4 saisons	Décembre	4	Automne	Octobre
Labbe parasite	10	Eté, Automne	septembre	12	Printemps, automne	Mai (faible)	2	Printemps, automne	Octobre



Figure 43. Grands Labbes.

5.8.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

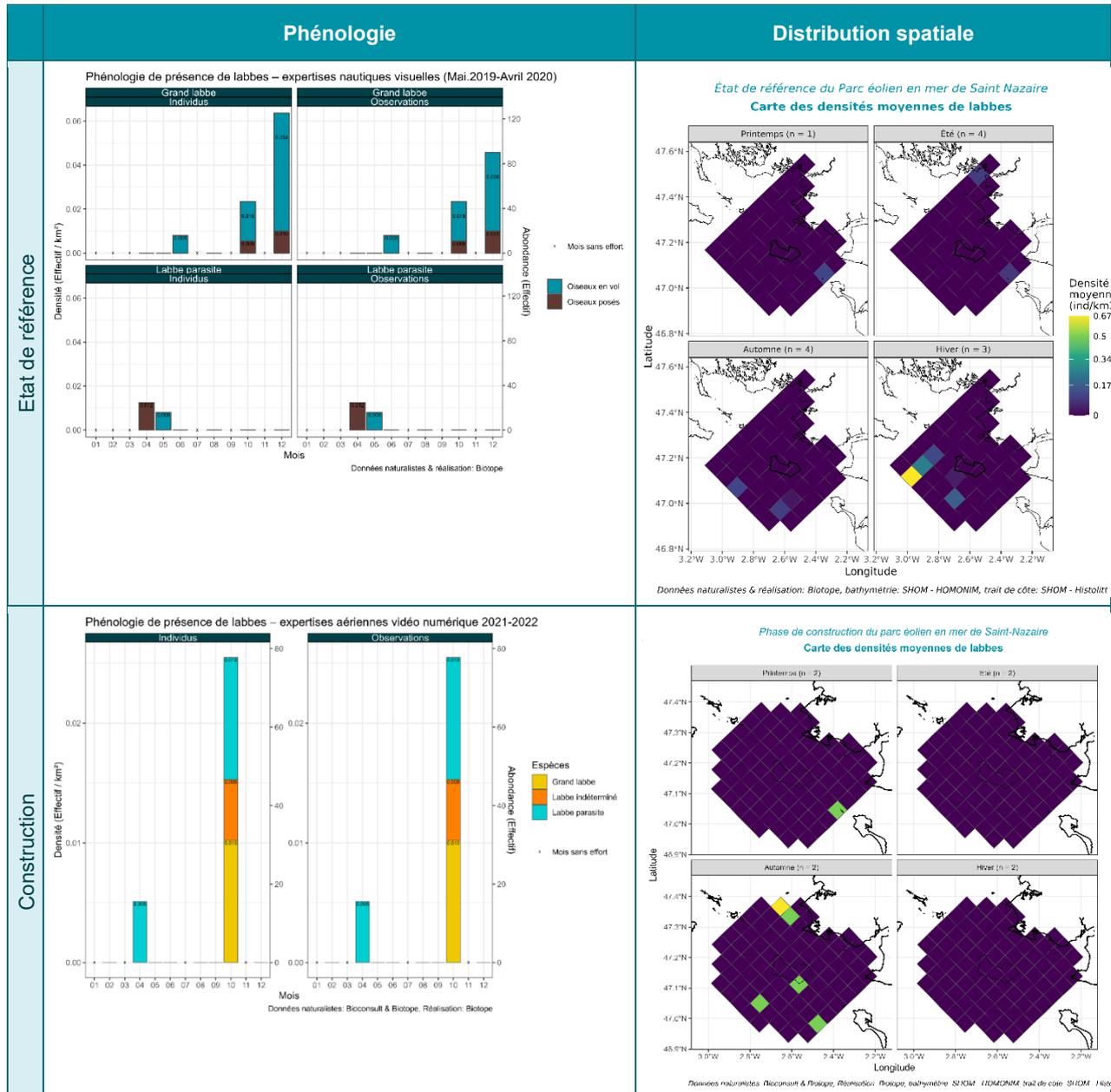
5.8.2.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations

Sur la période 2019/2020, la phénologie de présence du Grand Labbe montre une présence lors des 4 saisons avec un pic de présence en décembre et de faible densité et une présence à l'ouest/au large de la zone du parc sans claire zone de présence préférentielle. Les observations de printemps ne sont pas visibles dans la phénologie car elles étaient hors des contraintes statistiques (Tableau 74).

Les observations de Labbes parasites ont eu lieu au printemps et en automne. Les observations d'automne ne sont pas intégrées dans les estimations de densités car elles étaient hors des contraintes statistiques.

Pendant l'année de construction, le nombre d'observations des 2 espèces de labbes est très faible (n=6). Le Grand labbe a été observé uniquement au moins d'octobre. Etant donné le très faible nombre de détections, il n'est pas possible de caractériser leur distribution géographique, les cartes de densités moyennes sont présentées à titre indicatif. Le Labbe parasite a été ponctuellement observé au printemps, en été et en automne, en faibles effectifs.

Tableau 74. Phénologies et cartes de distribution des Labbes selon les méthodes strip-transect + snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).



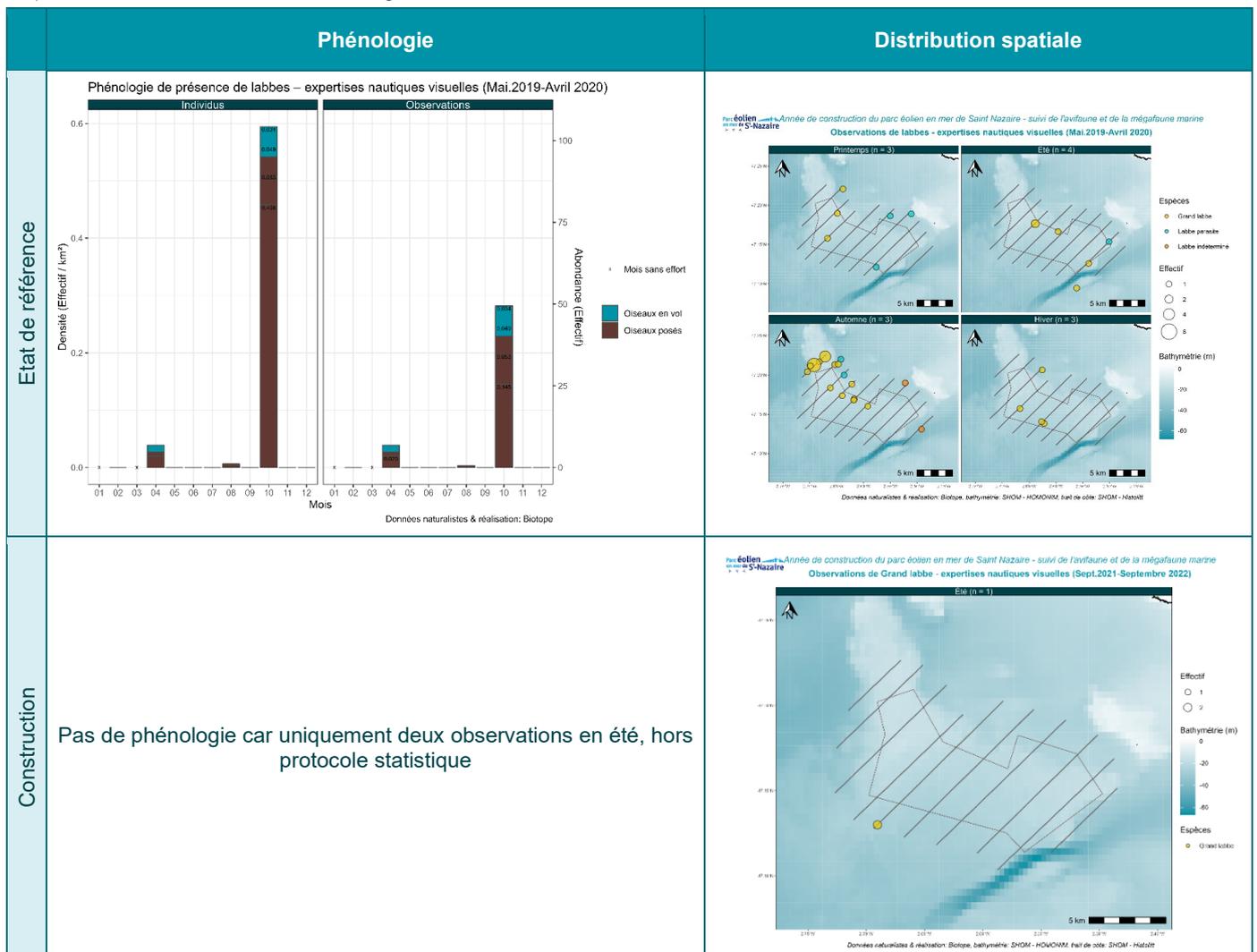
5.8.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords - Petits transects

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

Sur la période 2019/2020, la phénologie de présence du Grand Labbe montre un pic de présence en octobre (liée 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'a été détecté en parallèle lors de cette session) (Tableau 75). 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 ne montre 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 75. Phénologies et cartes de densités moyennes des Labbes selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (ER, 2019/2020) et l'année de construction (C, 2021/2022). Le Grand labbe est représenté en jaune, le Labbe parasite en turquoise et les labbes indéterminés en orange.



5.8.4 Analyse des comportements

5.8.4.1.1. Comportement de pêche ou suiveurs

Dans plus de 83% des cas, les labbes ont été notés en vol lors des suivis sur la zone élargie du parc. Alors que lors des suivis dans la zone rapprochée du parc pendant l'EDR, plus de 80% des observations étaient des oiseaux posés. Aucun comportement suiveur de bateau de pêche n'a été observé.

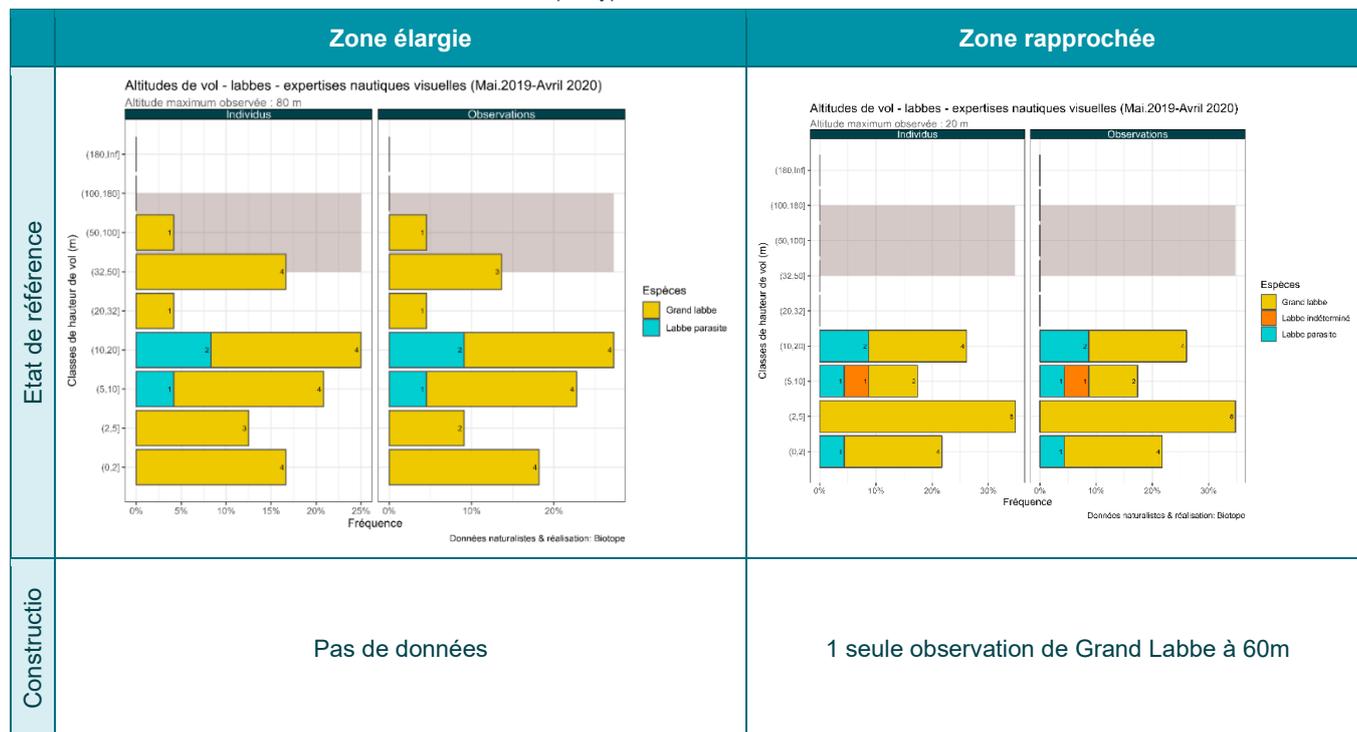
5.8.4.1.2. Analyses des hauteurs de vol

A peu près les trois quarts (76%) des Grands labbes observés dans la zone élargie du parc volaient sous la zone de rotation des pales. Dans la zone rapprochée du parc, aucun oiseau n'a été observé dans la zone de rotation des pales lors de l'EDR et l'unique Grand labbe observé pendant l'année de construction a été observé volant à environ 60m de haut. La majorité des oiseaux volent à moins de 20m de haut.

Tableau 76. Proportions d'individus de labbes observés en vol lors des suivis de l'EDR sous la zone de rotation des pales des éoliennes (32-180m), entre parenthèse le nombre d'individus total d'oiseaux en vol observés.

Espèce	Zone élargie	Zone rapprochée
Grand Labbe	76.2% (n=21)	100% (n=15)
Labbe Parasite	100% (n=3)	100% (n=4)

Tableau 77. Distribution des hauteurs de vols des labbes par type de suivis lors de l'Etat de référence 2019/2020.



5.8.5 Synthèse

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

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. Pendant l'année de construction, un nombre très faible de labbes a été observé en comparaison des précédents suivis.

Le faible nombre d'observations faites d'avril à septembre 2022 est peut-être lié à l'épisode d'influenza aviaire qui touche les oiseaux depuis l'automne 2021, et particulièrement depuis le printemps 2022. Le retour des experts (pas encore de publication sur le sujet) indiquent que les colonies reproductrices de Labbe du nord de l'Europe ont particulièrement été

affecté au printemps 2022. En France, des mortalités groupes d'oiseaux ont été constatées à partir de juillet 2022 sur les côtes bretonnes puis la façade atlantique.

Une différence de comportement a été observée entre les individus utilisant la zone élargie ou la zone rapprochée du parc : les individus ont été principalement observés en vol dans la zone élargie et posés sur l'eau dans la zone rapprochée. Les individus dans la zone rapprochée ne semblent donc pas avoir montré de réponse fuite liée à un dérangement, mais une absence de comportement de chasses. Leur faible nombre peut aussi être une conséquence de l'absence d'opportunité de d'alimentation de par l'absence d'activité de pêches. Cependant, le nombre d'individus observés est trop faible pour pouvoir conclure.

Environ trois quarts des Grands Labbes observés dans la zone élargie du parc étaient en vol sous la zone de rotation des pales et aucun individu n'a été observé à plus de 30 m de hauteur dans la zone rapprochée (EDR).

Note sur les densités : Les densités moyennes calculés lors de l'EDR et de l'année de construction sont dans le même ordre de grandeur. Le changement de technologie ne semble pas avoir biaisé le nombre d'observation. Ce qui est confirmé par les experts ornithologues.

5.9 Anatidés

5.9.1 Espèces concernées

Dix espèces d'Anatidés ont été observées sur la période 2013/2020 et 3 espèces pendant l'année de construction (2021/2022 Tableau 78). Seule la Macreuse noire est traitée en détail, elle est nettement plus souvent observée. La zone d'étude étant une zone d'hivernage et de migration pour les populations qui nichent au nord de l'Europe.

Tableau 78. Nombre d'individus d'anatidés observés par espèce et par année de suivis.

Espèces	Groupe	2013/2015	2019/2020	2021/2022
Macreuse noise	Anatidés marins	103	18	61
Canard colvert	Anatidés eau douce	7	6	0
Bernache cravant	Anatidés marins	16	0	0
Eider à duvet	Anatidés marins	10	1	2
Tadome de Belon	Anatidés eau douce	10	6	6
Le Cygne tuberculé Le Canard pilet Le Canard souchet Le Canard siffleur La Sarcelle d'hiver	Anatidés eau douce	<10	<10	0
Le Harle huppé	Anatidés marins	<10	<10	0



Figure 44. Bernache cravant.



Figure 45. Eiders à duvet.



Figure 46. Macreuse noire.

Tableau 79. 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 des 3 phases de suivis (état initial, 2013/2015, état de référence : 2019/2020 et année de construction : 2021/2022).

2013/2015			2019/2020			2021/2022		
Nombre d'observation	Distribution Générale	Pic de Présence	Nombre d'observation	Distribution générale	Pic de présence	Nombre d'observation	Distribution générale	Pic de présence
103	Été, automne, hiver	Décembre	18	Automne, hiver	Octobre	61	Printemps, hiver	Avril

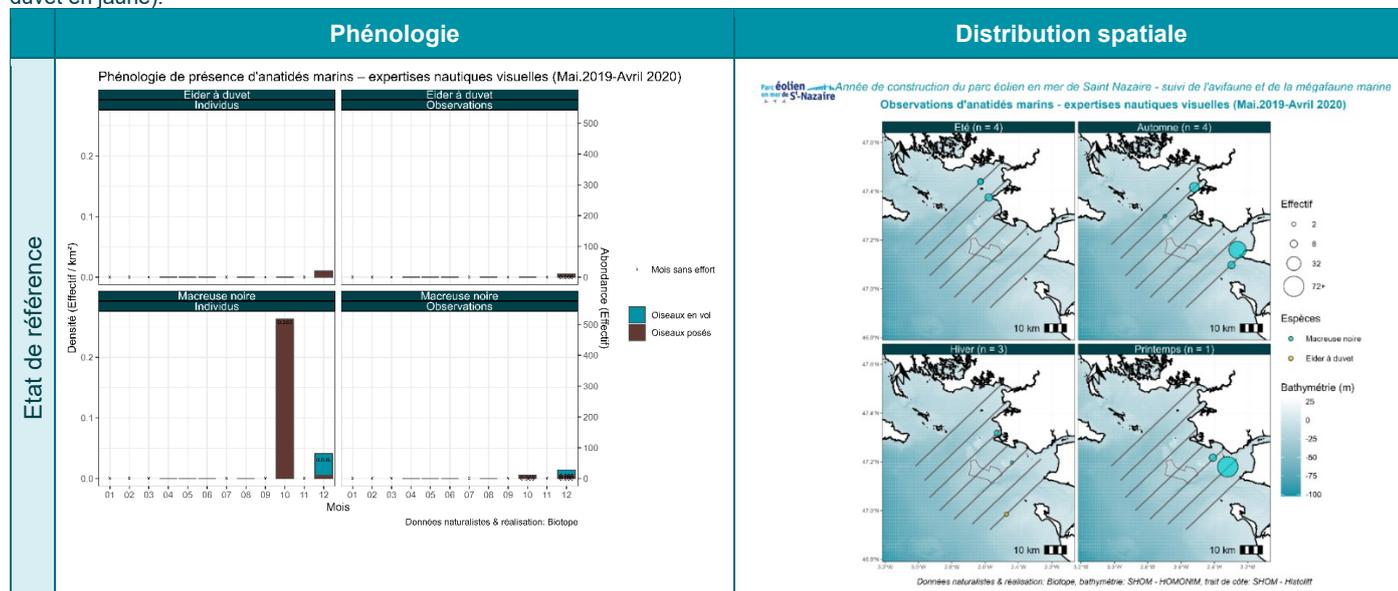
5.9.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

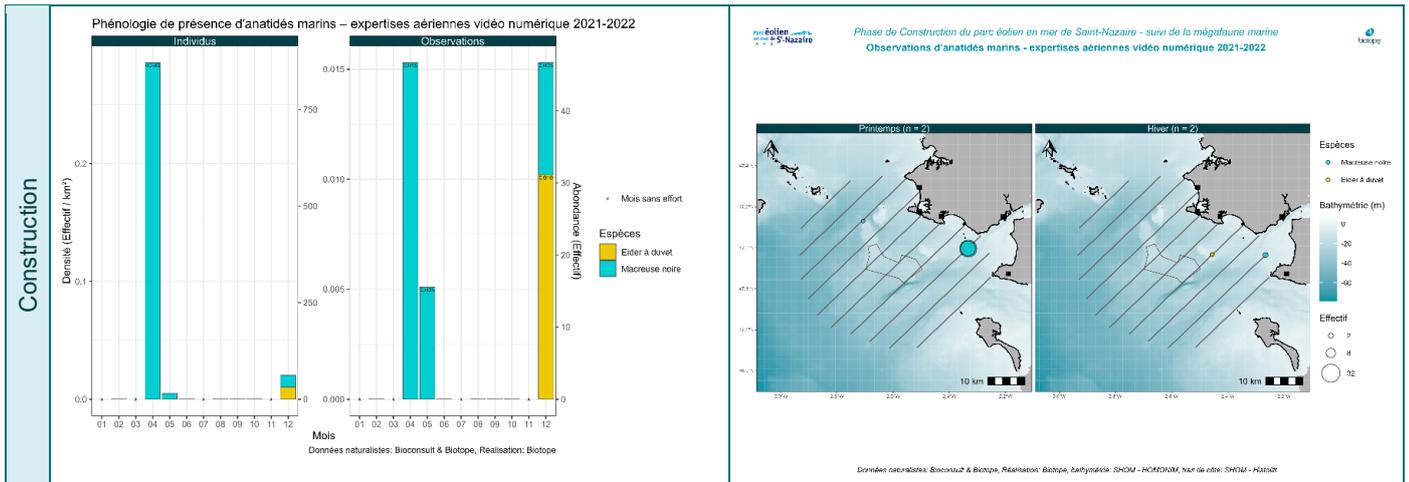
5.9.2.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations

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). Lors de l'EDR, le pic est observé en octobre, il correspond à l'observation d'un groupe de 20 individus parmi les 22 individus observés lors de ce suivi (Tableau 80). Pendant l'année de construction, c'est surtout au printemps que les observations ont été notées, avec un pic en avril. Un individu a aussi été observé au mois de décembre.

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 ainsi que la Rade du Croisic.

Tableau 80. 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 l'année de construction (2021/2022) (la Macreuse noire est représentée en turquoise et l'Eider à duvet en jaune).





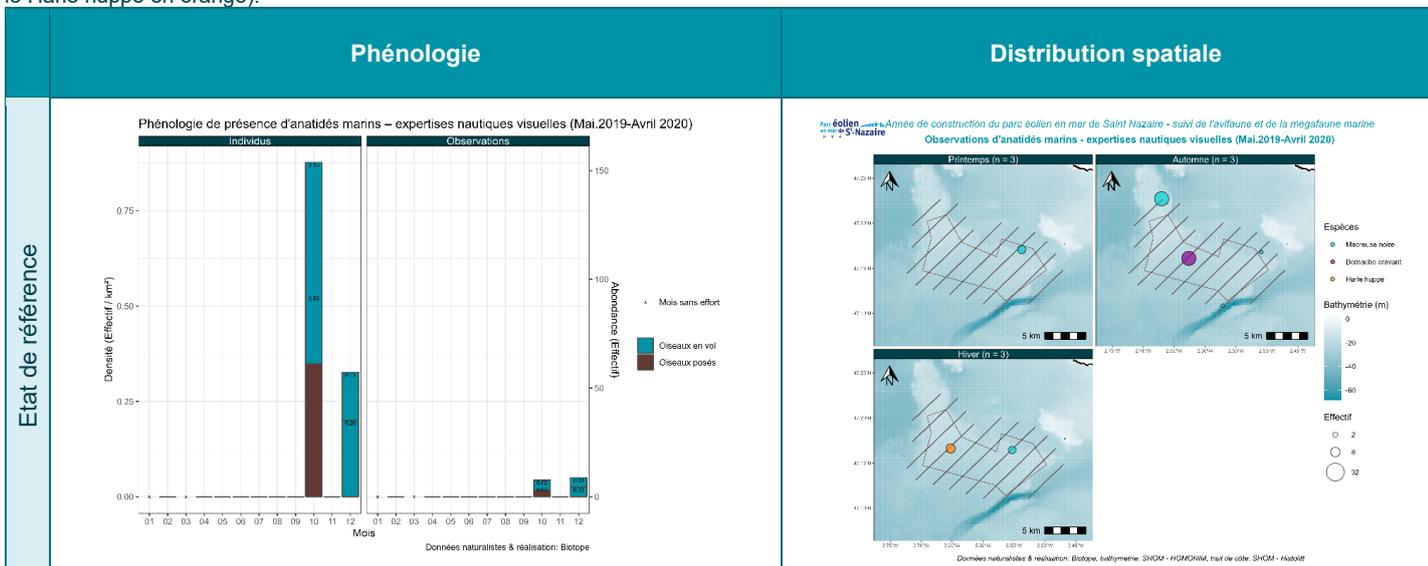
5.9.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords immédiats - Petits transects

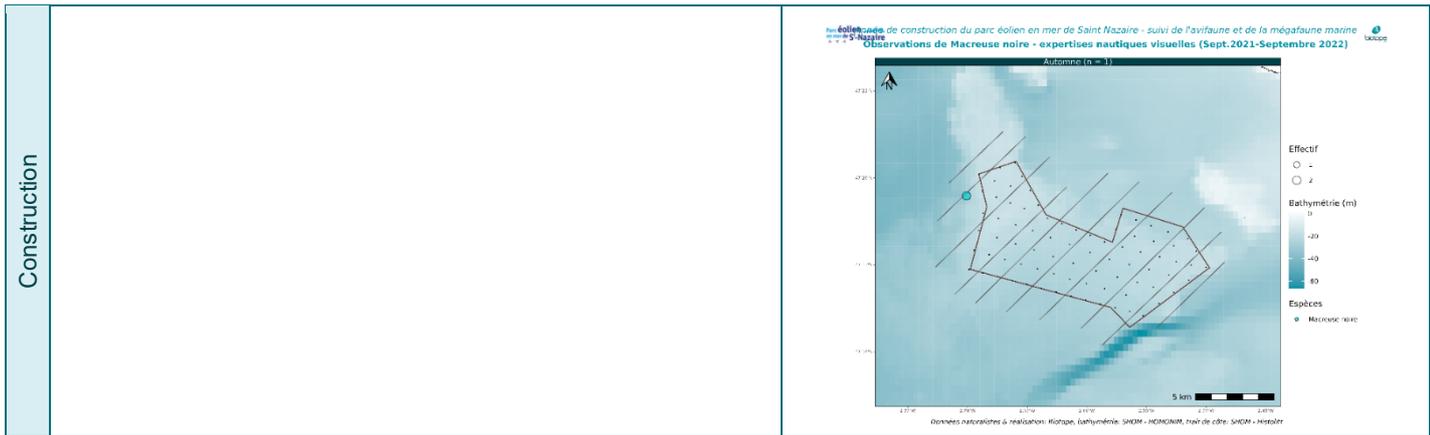
5.9.3.1 Phénologie de présence, estimation d'effectifs et distribution des observations

Lors de l'état de référence, des Macreuses noires ont été observées les mêmes mois que lors de suivis sur la zone élargie du parc. Lors de l'année de construction, 2 individus ont été notés (Tableau 81).

En raison du trop faible nombre d'observations concernées, la distribution géographique des observations ne montre pas de zones de présence préférentielle.

Tableau 81. Phénologie et cartes de distribution de la Macreuse noire selon les méthodes strip transect et snapshot –Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022) (la Macreuse noire est représentée en turquoise, la Bernache cravant en violet et le Harle huppé en orange).





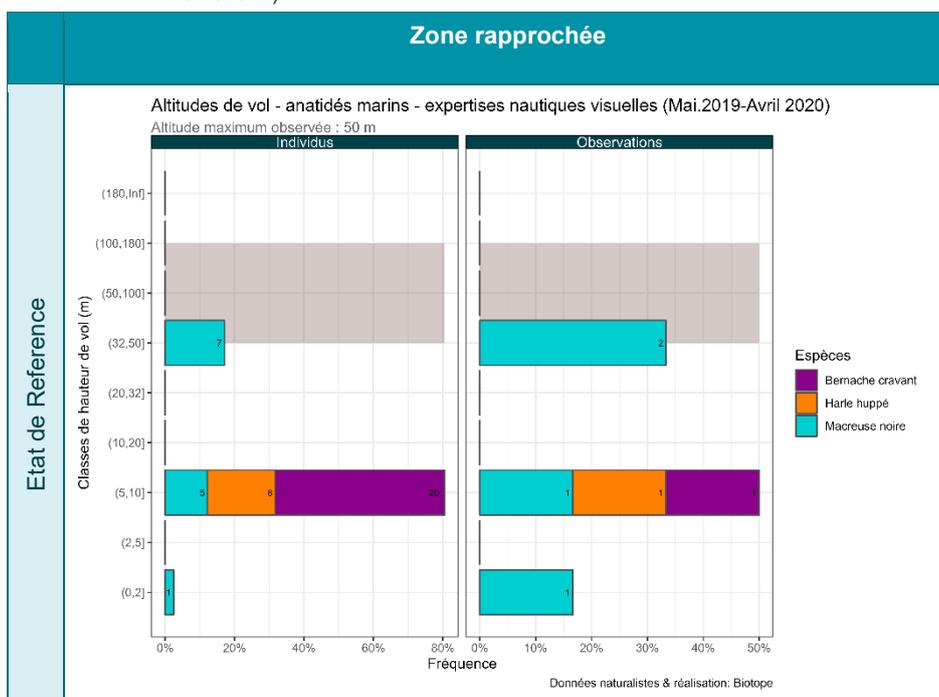
5.9.4 Analyse des comportements

Les Macreuses noires sont observées aussi bien en vol que posées. Les distances de fuite étant parfois importantes pour ce groupe d'espèces, le nombre d'oiseaux observés en vol est sans doute surestimé par rapport à l'activité réelle de ces espèces.

5.9.4.1 Analyses des hauteurs de vol

Si des individus ont parfois été observés en vol à assez haute altitude (maximum observé de 100m), les Anatidés volent généralement assez bas. Ainsi, la tranche d'altitude allant de 0 à 20m est la plus utilisée par les individus observés dans le cadre de cette étude (Tableau 82). La Macreuse est l'espèce observée volant le plus haut. 54% et 100% des oiseaux en vol observés lors de l'EDR et de l'année de construction respectivement, étaient dans la zone d'action des pales (Tableau 83).

Tableau 82. Distribution des hauteurs de vols d'anatidés marins par année de suivis et type de suivis (état de référence : 2019/2020, année de construction : 2021/2022).



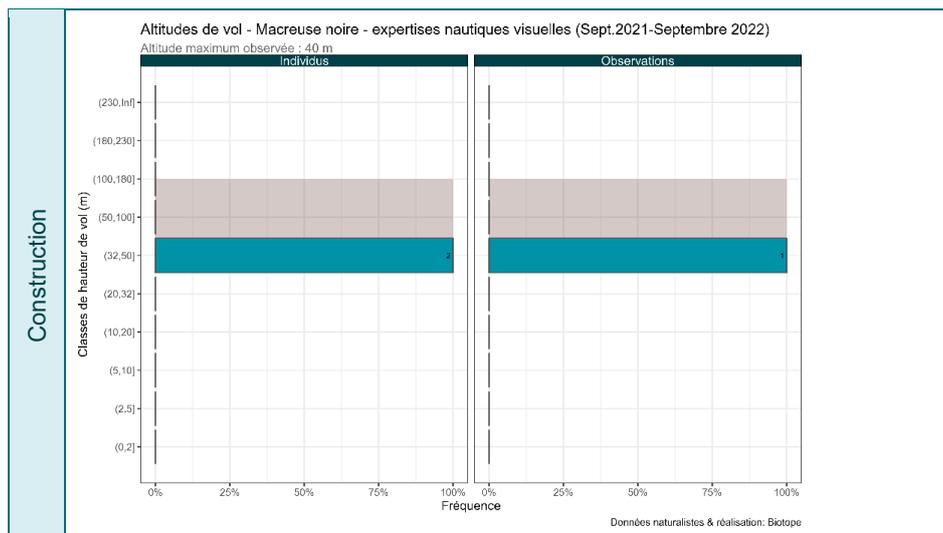


Tableau 83. Proportions d'individus de Macreuse noire observés en vol lors des petits transects sous la zone de rotation des pales des éoliennes (32-180m), entre parenthèse le nombre d'individus total d'oiseaux en vol observés.

Espèce	2019/2020	2021/2022
Macreuse noire	46.2% (n=13)	0% (n=2)

5.9.5 Synthèse

Trois espèces d'anatidés (Macreuse noire, Eider à duvet et Tadorne de Belon) ont été observées pendant les suivis réalisés pendant la construction, contre dix entre 2013 et 2020.

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 littoraux où les ressources trophiques sont abondantes. Cela concorde avec la distribution spatiale des individus observés pendant l'EDR et l'année de construction et qui sont 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). Cependant, quelques individus ont également été observés plus au large au sein de la zone rapprochée du parc.

Pendant l'EDR, la Macreuse noire a principalement été observée en octobre pendant la migration postnuptiale. En phase de construction, elle a été notée en avril et mai pendant la migration pré-nuptiale, puis en décembre (fin de la migration postnuptiale). La période de présence les plus importantes pour cette espèce était en dehors de la période avec beaucoup de travaux sur la zone.

La Macreuse noire est considérée comme ayant un niveau fort de sensibilité générale aux effets de déplacement pendant la phase de construction des parc éoliens en mer. La distribution plutôt côtière de l'espèce ainsi qu'une présence plus importante en hiver on fait que sur la zone du parc éolien de Saint-Nazaire, les interactions entre la Macreuse noire et les travaux étaient très limitées, limitant ainsi fortement les conséquences de la construction du parc sur cette espèce.

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 l'espèce observée volant le plus haut sur la zone d'étude : 54% et 100% des oiseaux en vol observés lors de l'EDR et de l'année de construction respectivement, volaient entre 32 et 50 m de haut, soit dans la zone inférieure de rotation des pales.

5.10 Sternidés

5.10.1 Espèces concernées

6 espèces de Sternidés ont été observées sur la période 2013/2020 :

- La Guifette noire ;
- La Sterne arctique ;
- La Sterne caugek ;
- La Sterne de Dougall ;
- La Sterne naine ;
- La Sterne pierregarin.



Figure 47. 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 des 3 phases de suivis (Etat initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020, et année de construction : 2021/2022).

Espèce	2013/2015			2019/2020			2021/2022		
	Nombre d'observation	Distribution Générale	Pic de Présence	Nombre d'obs.	Distribution générale	Pic de présence	Nombre d'obs.	Distribution générale	Pic de présence
Sterne caugek	201	Printemps, été, automne	Printemps, automne	112	Printemps, été	Printemps	251	Printemps, été, automne, hiver	Printemps, été
Guifette noire	1	Printemps	/	0	/	/	4	Eté	Eté
Sterne pierregarin	85	Printemps, été	Printemps	74	Printemps, été	Printemps			
Sterne sp	1			30	Printemps, été	Printemps	334	Printemps, été, automne	Printemps

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 de construction : il s'agit en très grande majorité de Sterne pierregarin, la détermination avec la Sterne arctique étant particulièrement complexe.

5.10.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

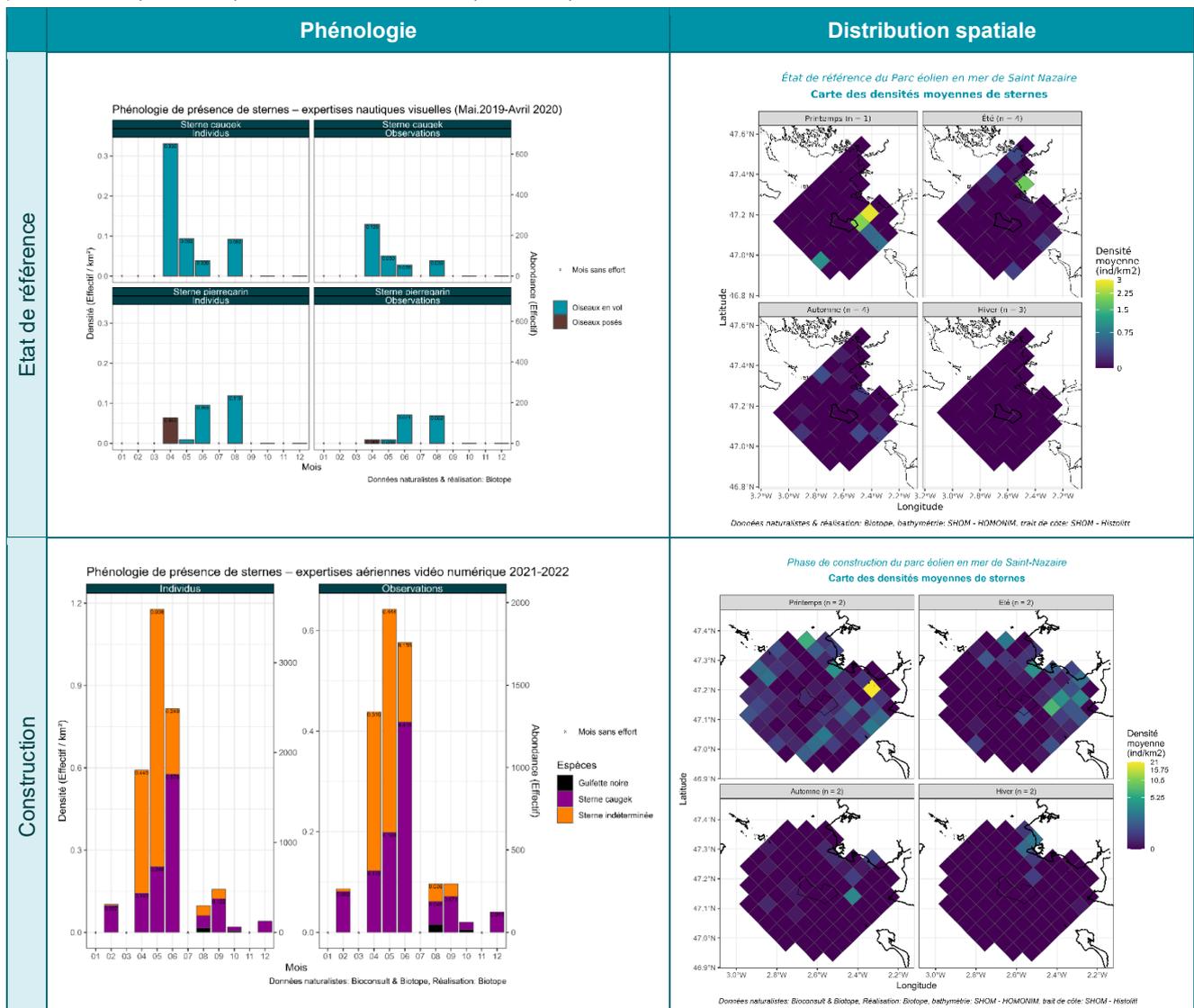
5.10.2.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations

Le nombre de données d'observations de sternes est nettement supérieur lors des suivis de la phase de construction (suivis aériens digitaux) que lors des suivis de l'état de référence (expertises nautiques). Il en ressort des densités estimées 4 à 5 fois plus élevées en moyenne lors des mois d'avril à août principalement, avec un pic d'observations lors du printemps (pic constaté lors des suivis de l'état initial, de l'état de référence et de la phase de construction).

Les sternes ont été contactées 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.

Tableau 84. Phénologies et cartes de distribution pour les sternes selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).



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

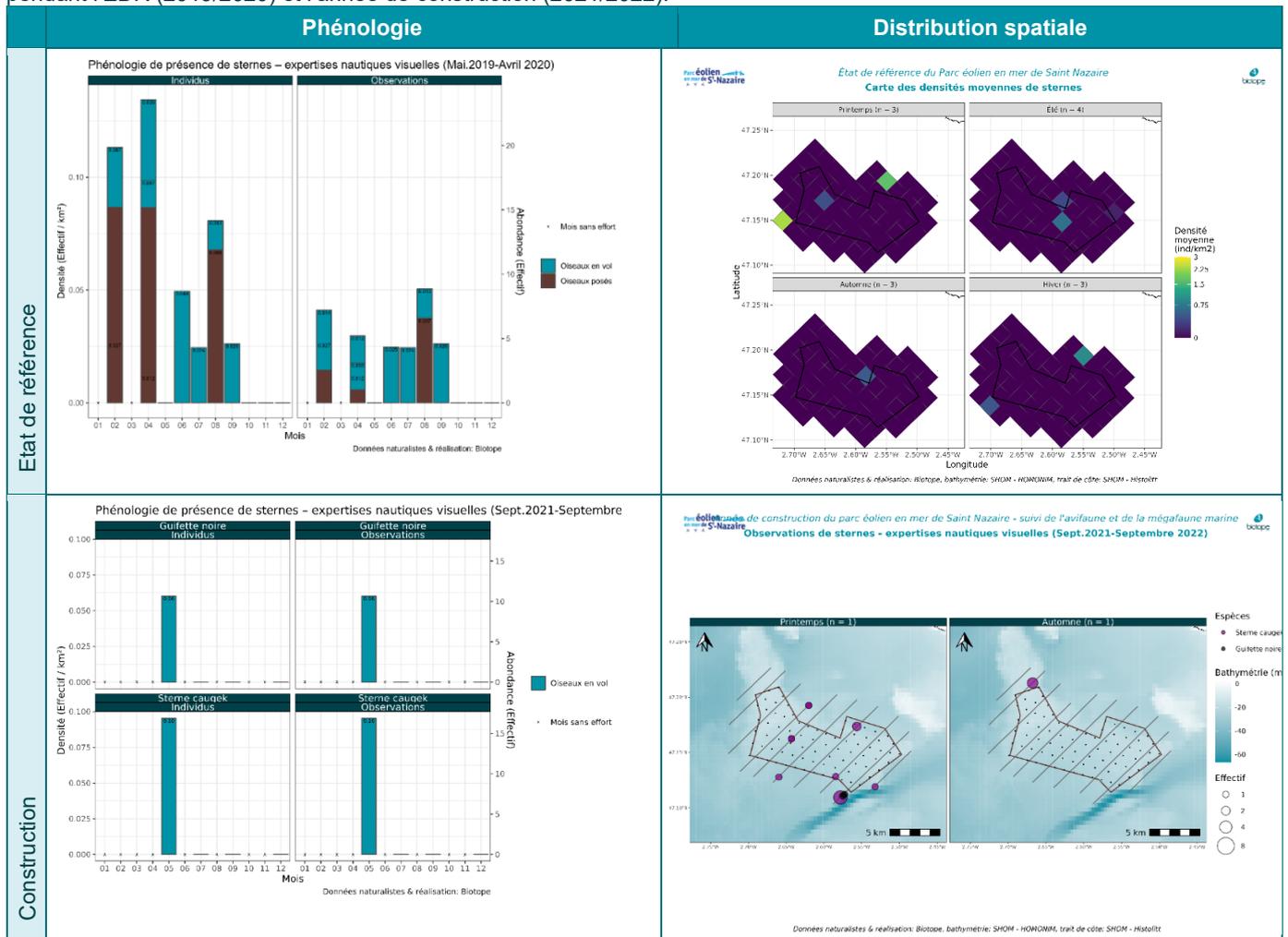
5.10.3.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations

Le nombre d'observations de sternidés réalisées au sein de l'aire d'étude rapprochée est particulièrement faible, notamment lors des suivis de la phase de construction (n=17). Les 3 oiseaux observés en automne, n'apparaissent pas dans la phénologie car ils étaient hors protocole d'analyse (en vol, mais hors snapshot).

Ceci est à rattacher à l'écologie de ces espèces qui fréquentent principalement les milieux côtiers et s'aventurent assez peu au-delà d'une dizaine de kilomètres des côtes.

Aucune analyse ne peut être réalisée en termes de distribution de ces espèces au sein de l'aire d'étude rapprochée, qui ne constitue pas une zone de pêche régulière (pas de densités notables observées lors de l'ensemble des suivis menés depuis 2013 dans le cadre des études relatives au parc éolien en mer de Saint-Nazaire).

Tableau 85. Phénologies et cartes de distribution des sternes selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).



5.10.4 Analyse des comportements

5.10.4.1 Comportement de pêche

Conformément à leur écologie, aucune sterne n'a été observée suiveur de bateaux de pêche.

5.10.4.2 Analyses des hauteurs de vol

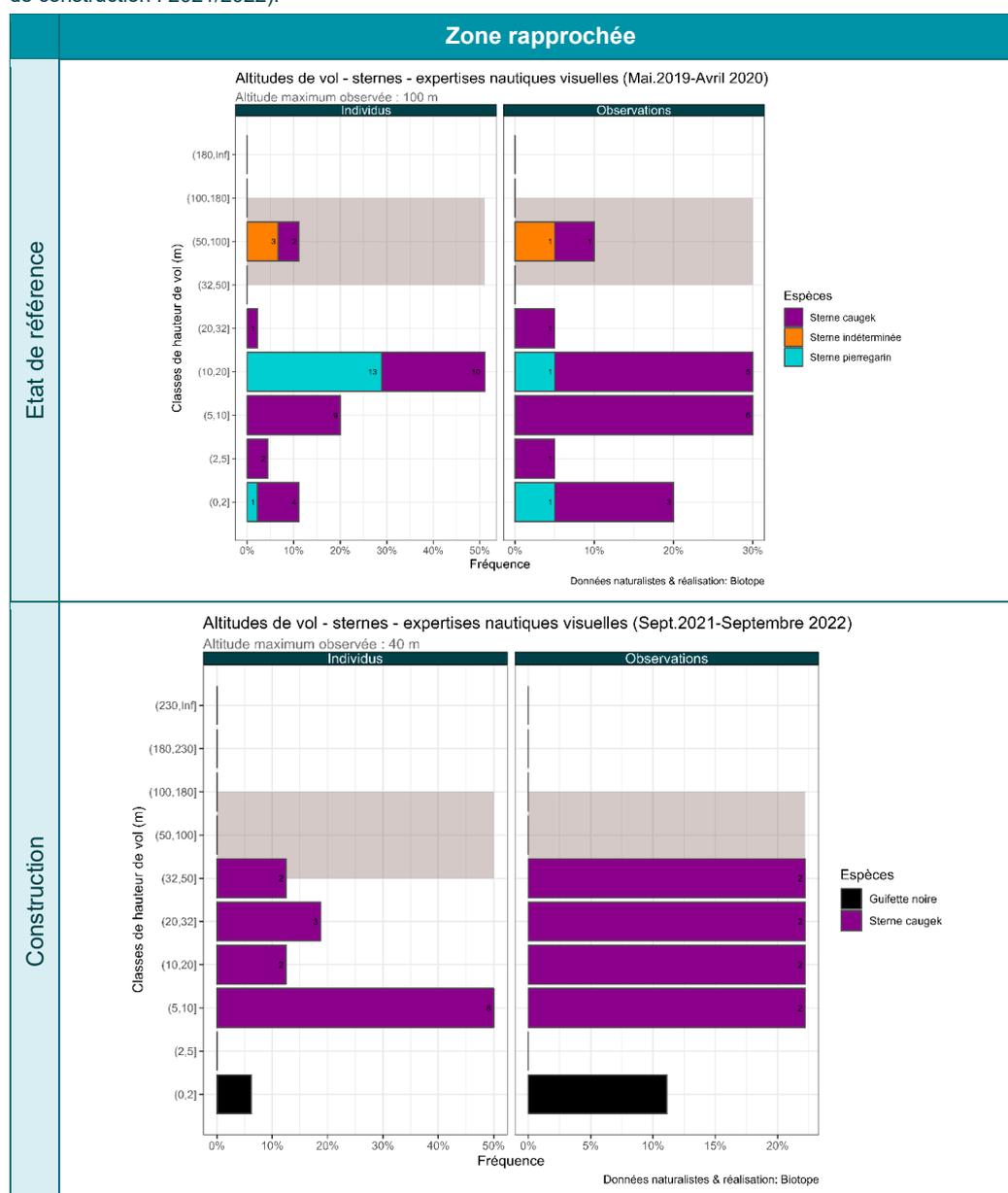
La grande majorité des sternes a été observée en vol au sein des aires d'étude, en dehors des oiseaux posés sur les îlots de La Baule.

Environ 90% des sternes observées en vol volaient à des altitudes inférieures à 30 m d'altitude ce qui est conforme à l'écologie de ces espèces dont les hauteurs de vol sont classiquement inférieures à 20 m.

Tableau 86. Proportions d'individus de sternes observés en vol lors des petits transects sous la zone de rotation des pales (32-180m), entre parenthèse le nombre d'individus total d'oiseaux en vol observés.

Espèce	2019/2020	2021/2022
Sterne caugek	92.9% (n=28)	86.7% (n=15)
Sterne pierregarin	100% (n=14)	(n=0)

Tableau 87. Distribution des hauteurs de vols pour les sternes par année de suivi et type de suivi (état de référence 2019/2020, année de construction : 2021/2022).



5.10.5 Synthèse

Les sternidés sont localement principalement représentés par la Sterne caugek, nicheur et estivant local, ainsi que la Sterne pierregarin, nicheur local.

La Guifette noire, nicheuse rare en Loire-Atlantique, a été très rarement contactée, uniquement en transit migratoire.

Conformément à leur écologie, les sternes ont été principalement observées au printemps et en été, soit lors des transits de migration pré-nuptiale 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 post-nuptiale. La Sterne caugek a également été observée, très rarement, en période hivernale. 90% des Sternes caugek et 100% des Sterne pierregarin ou Guifette noire ont été observées sous la zone de rotation des pales.

Les expertises réalisées lors de la phase de construction conduisent à des estimations de densités 4 à 5 fois supérieures à celles des expertises de l'état de référence : ces augmentations peuvent être liées à une plus forte présence de ces espèces mais également, plus vraisemblablement, à une plus forte détection des sternes lors des expertises par avion digital. Plus de la moitié des observations de 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 pierregarin (difficile à distinguer de la Sterne arctique sur les images aériennes).

Les résultats des suivis ne mettent pas en évidence d'indices d'évitement de la zone du parc lors des opérations de construction.

5.11 Cormorans

5.11.1 Espèces concernées

2 espèces de cormorans ont été observés sur la période 2013/2020 :

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



Figure 48. Grand Cormoran.



Figure 49. Cormoran huppé.

Tableau 88. 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 des 3 phases de suivis (état initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020, et année de construction : 2021/2022).

	2013/2015			2019/2020			2021/2022		
	Nombre d'observation	Distribution Générale	Pic de Présence	Nombre d'obs	Distribution générale	Pic de présence	Nombre d'obs	Distribution générale	Pic de présence
Grand cormoran	393	4 saisons	Période pré-nuptiale et post-nuptiale	118	4 saisons	Période pré-nuptiale et post-nuptiale	15	4 saisons	Période pré-nuptiale et post-nuptiale
Cormoran huppé	173	4 saisons	Période pré-nuptiale et post-nuptiale	17	4 saisons	Période pré-nuptiale et post-nuptiale	67	4 saisons	Période pré-nuptiale et post-nuptiale
Cormoran indéterminé				5			32		

5.11.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

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

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'état initial et de l'année de construction, le pic de présence a été noté au mois de décembre. Pendant l'EDR, il avait été observé au mois d'octobre. Ces pics sont les conséquences 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.

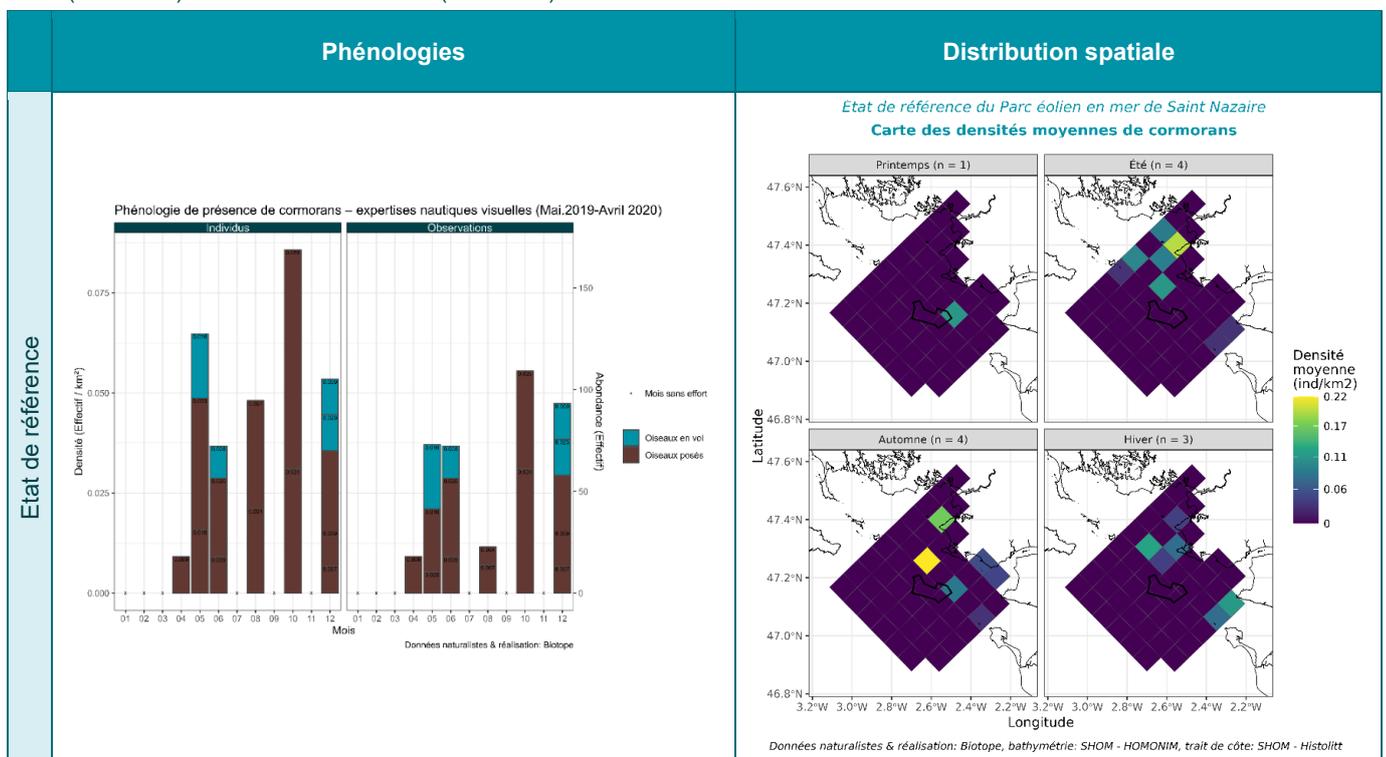
Pendant l'EDR les observations de Grand Cormoran étaient majoritaires par rapport aux observations de Cormoran huppé. Cependant la proportion de cormorans indéterminés lors de l'année de construction est bien plus élevée, passant de 3.6% d'individus non identifiés lors de l'EDR, à 28% pendant l'année de construction. Cette différence peut donc être une conséquence du changement de protocole entre les 2 années de suivis.

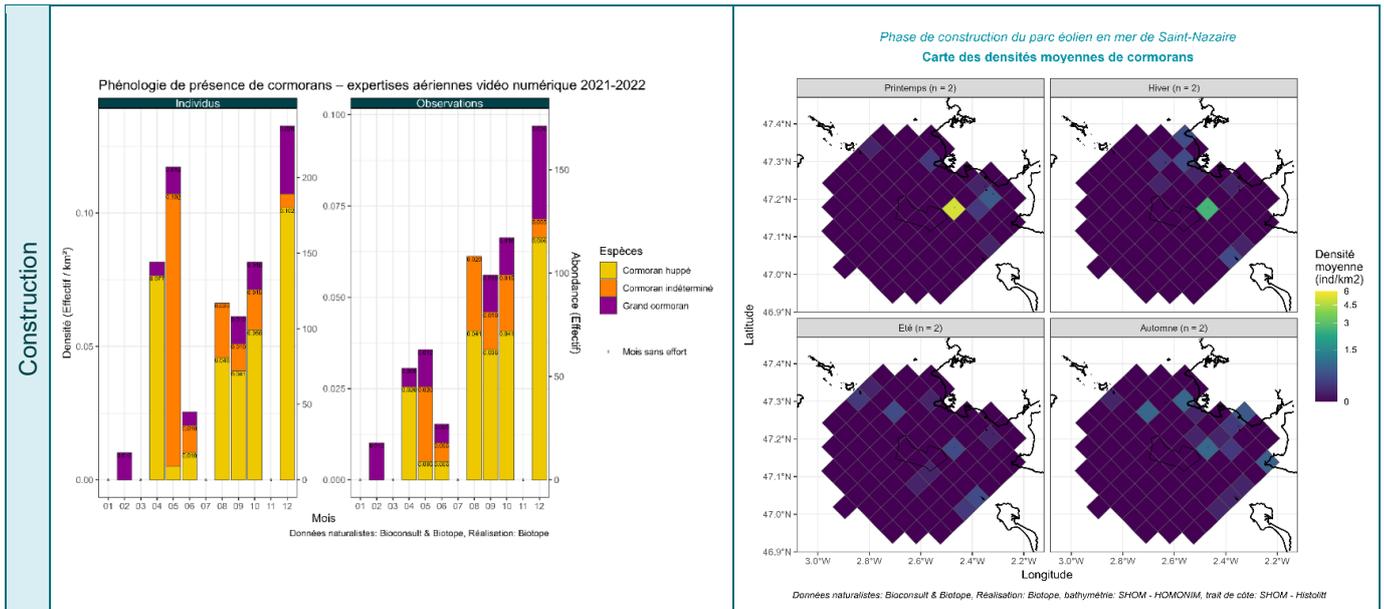
Les densités observées pour les deux espèces sont assez homogènes sur l'année, lors des suivis EDR et phase de construction, sans véritable pic d'observation.

La distribution des individus de cormorans montre une plus forte présence au nord de la zone d'étude, plus près des côtes avec des eaux moins profondes, notamment au niveau des îlots rocheux de la Baule ainsi que sur les côtes de la presqu'île guérandaise.

On n'observe pas de différence de distribution entre l'EDR et l'année de construction.

Tableau 89 : Phénologies et cartes de distribution selon la méthode strip transect + snapshot – cormorans. –Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).





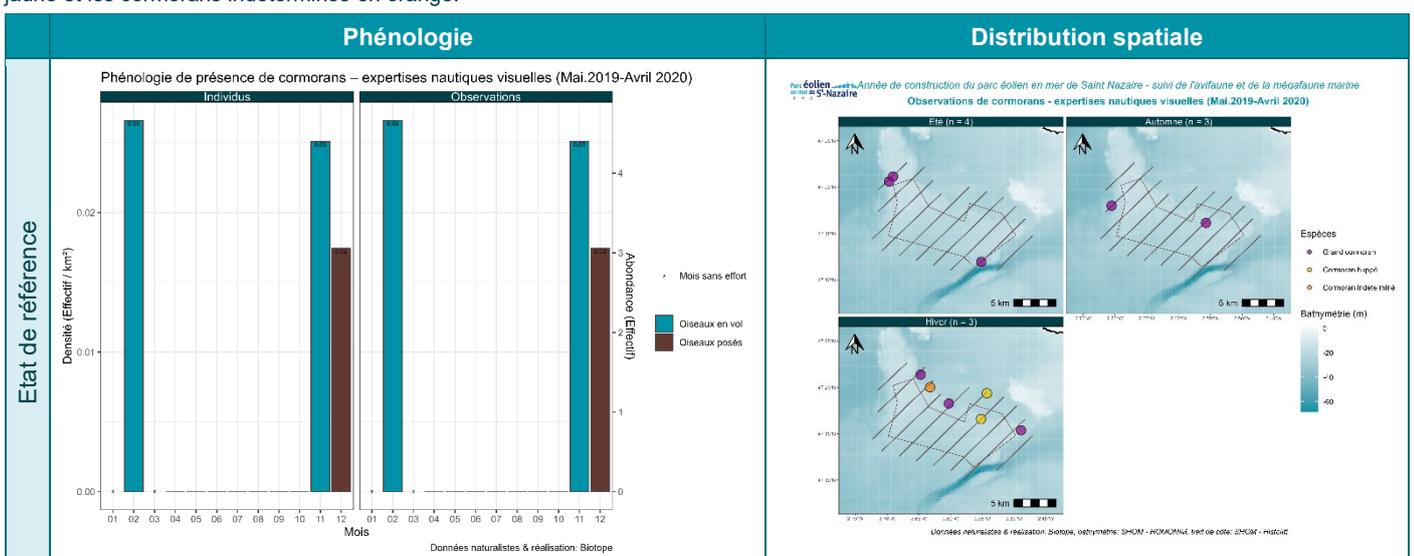
5.11.3 Exploitation de la zone du parc et ses abords - Petits transects

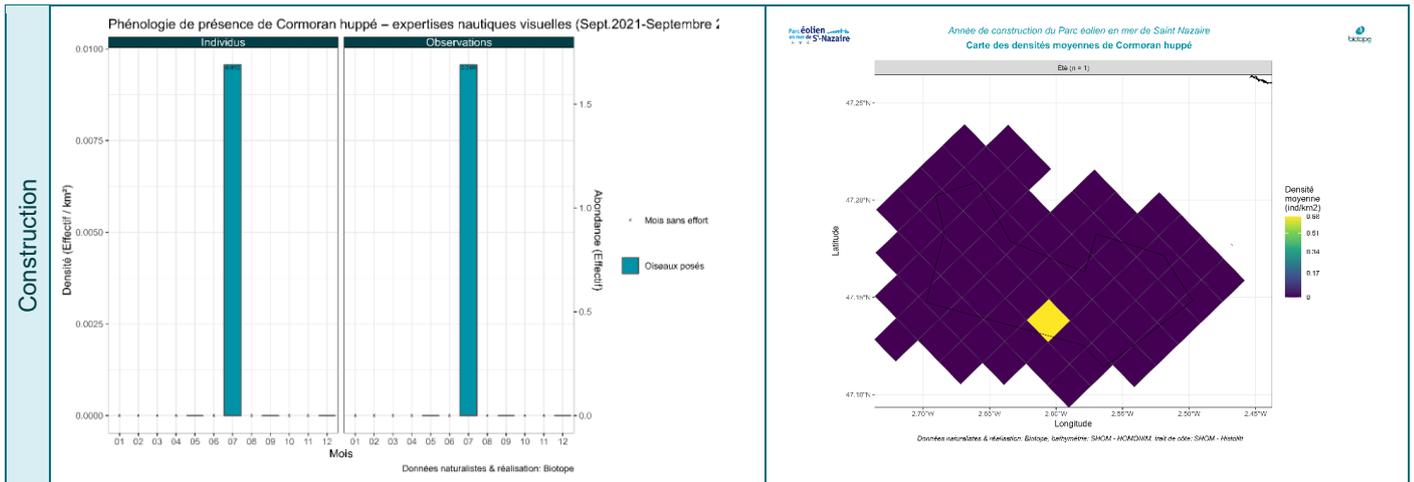
5.11.3.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations

Sur la zone rapprochée du parc, les phénologies de présence sont différentes entre l'EDR et l'année de construction, mais elles sont issues de très peu de données.

Pendant l'EDR, ce sont essentiellement des Grands Cormorans qui ont été observés (n=8) en automne et en hiver. Deux Cormoran huppés ont été observés sur toute l'année en hiver. Pendant l'année de construction aucun Grand Cormorant n'a été observé, et un seul Cormoran huppé a été observé en vol au mois de juillet dans la zone du parc. La majorité des observations pendant l'EDR étaient du côté Est de la zone du parc.

Tableau 90. Phénologies et cartes de distribution des cormorans selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022). Les Grands cormorans sont représentés en violet, les Cormorans huppés en jaune et les cormorans indéterminés en orange.





5.11.4 Analyse des comportements

5.11.4.1 Comportement de pêche

Les Cormorans huppé ont été observés principalement posés à l'échelle de la zone rapprochée du parc (80% des individus en 2013/2015 et 60% des individus en 2019/2020 et 100% des individus en 2021/2022). Pour le Grand Cormoran, les observations se répartissent de manière plus équilibrée entre les oiseaux posés (50% en 2013/2015 et 61% en 2019/2020) et en vol.

5.11.4.1 Analyses des hauteurs de vol

Pour la seule observation de cormoran lors de l'année de construction, sa hauteur de vol n'a pas été indiqué. L'oiseau ayant été détecté loin (400m), il est possible que les observateurs n'aient pas pu estimer cette hauteur de vol. L'analyse des hauteurs de vols est donc faite uniquement sur les données de l'EDR.

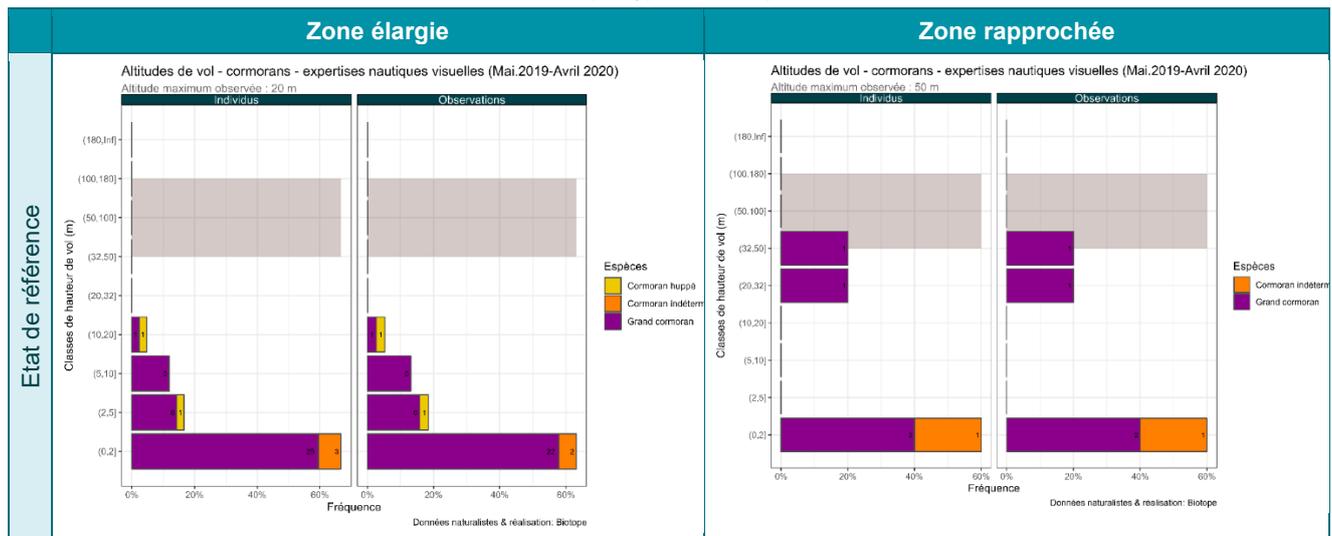
Un seul individu sur les 41 individus observés lors de l'EDR volait dans la zone de rotation des pales (Tableau 91).

Tableau 91. Proportions d'individus de cormorans observés en vol lors des petits et grands transects de l'EDR sous la zone de rotation des pales des éoliennes (32-180m), entre parenthèse le nombre d'individus total d'oiseaux en vol observés.

Espèce	Grands transects	Petits transects
Grand cormoran	100% (n=37)	75% (n=4)
Cormoran huppé	100% (n=2)	(n=0)

Les cormorans volent généralement à basse altitude. Ainsi, l'altitude maximale observée a été de 50m pendant l'EDR. La tranche d'altitude 0-5m rassemble une proportion très importante de l'ensemble des cormorans observés en vol (Tableau 92).

Tableau 92. Distribution des hauteurs de vols des cormorans par type de suivis pour l'état de référence : 2019/2020.



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 l'année de construction 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 très peu d'observations avaient été faites dans la zone, ce qui est confirmé lors de l'année de construction.

Les cormorans sont considérés comme ayant un niveau faible de sensibilité générale aux effets de déplacements pendant la phase de construction des parcs éoliens en mer. L'observation de l'unique cormoran, lors des suivis sur la zone rapprochée, dans la zone du parc lors d'une des périodes les plus intenses en termes d'activités anthropiques sur toute la zone du parc (été 2022) est en phase avec cette classification.

Note sur les densités : Les densités estimées lors de l'année de construction sont légèrement plus élevées que celles de l'EDR. Il semblerait que la différence de technologie pour cette espèce ne soit pas très importante au niveau de la capacité à détecter les individus. Par contre, au niveau de l'identification, le taux de cormorans non identifiés est passé de 3,6% lors du suivi par avion digital. Ceci s'explique par la difficulté à différencier les 2 espèces en vols.

Avec une seule observation lors des suivis sur la zone rapprochée, il n'est pas possible de comparer les densités entre les deux années de suivis.

5.12 Plongeurs

5.12.1 Espèces concernées

Trois espèces de plongeurs ont été observés sur la période 2013/2022 :

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



Figure 50. Plongeur catmarin.



Figure 51. Plongeur imbrin.

Le Plongeur catmarin est l'espèce la plus identifiée puisqu'il concerne environ entre 45% et 75% des contacts de plongeurs identifiés (50% en 2013/2015, 45% en 2019/2020, 75% en 2021/2022). Le Plongeur imbrin constitue la seconde espèce régulièrement contactée (8 observations confirmées en 2013/2015, 8 observations en 2019/2020, 4 en 2021/2022). Un plongeur arctique a été observé pendant l'année de construction.

Tableau 93. Synthèse du nombre total d'observations des plongeurs *sur l'ensemble des transects (grands et petits)*, et résumé de leur phénologie *sur la zone élargie du parc* lors des 3 phases de suivis (état initial : 2013/2015, état de référence : 2019/2020, et année de construction : 2021/2022).

	2013/2015			2019/2020			2021/2022		
	Nombre d'observation	Distribution Générale	Pic de Présence	Nombre d'observation	Distribution générale	Pic de présence	Nombre d'observation	Distribution générale	Pic de présence
Plongeur catmarin	7	Hiver	Décembre	24	Hiver	Décembre	26	Hiver Printemps	Décembre
Plongeur imbrin	8	Hiver	Décembre	8	Hiver	Décembre	4	Hiver Printemps	Décembre
Plongeur indéterminé	0			21	Printemps	Avril	5	Hiver Printemps	Avril

+1 arctique

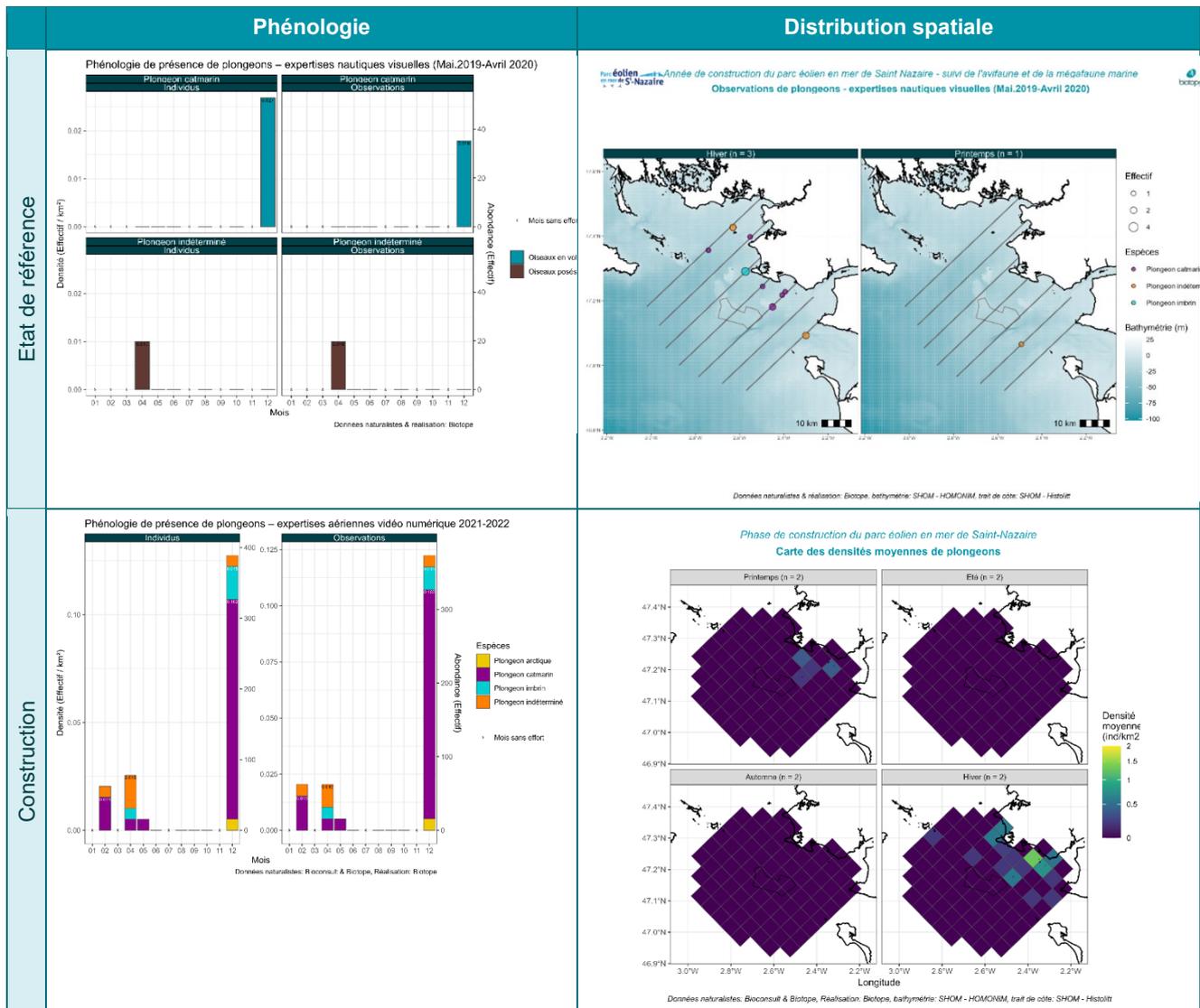
5.12.2 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

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

A l'échelle de la zone élargie du parc, les observations de plongeurs ont été très peu nombreuses lors de la campagne 2013/2015, et centrées sur le mois de décembre en période d'hivernage. Lors de la campagne 2019/2020, des observations ont également été réalisées en avril, ce qui traduit la période de présence de ces espèces (hiver et début de printemps). Les densités calculées sont très faibles pour le Plongeon imbrin (0,05 ind./km²) et faibles pour le Plongeon catmarin (0,2 ind./km²) (Tableau 94).

A 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. Ces résultats sont confortés par les données acquises dans le cadre des petits transects sur la zone du parc.

Tableau 94. Phénologies et cartes de distribution des plongeurs selon les méthodes strip-transect et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).



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

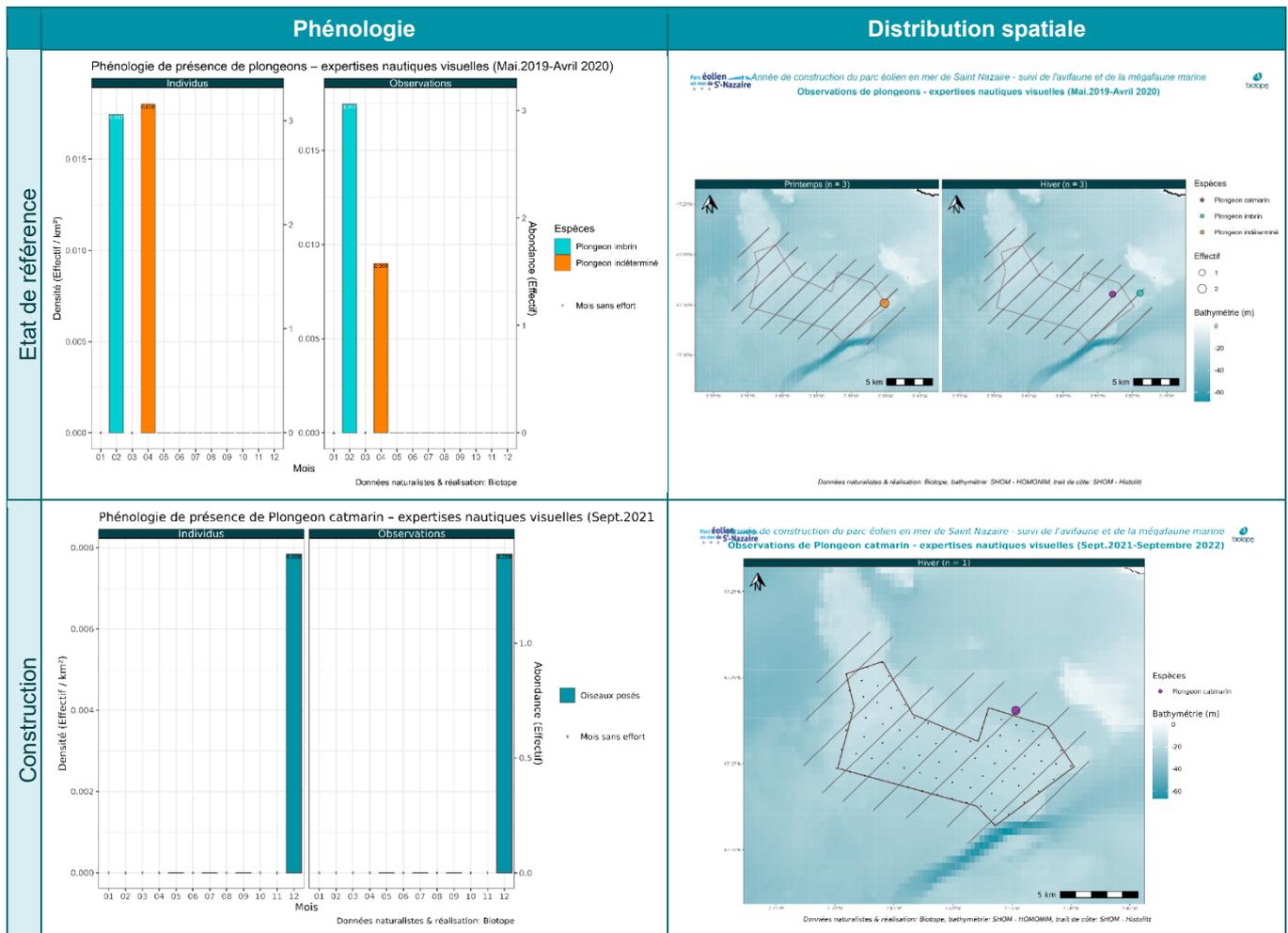
5.12.3.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations

Sur la période 2019/2020, le nombre de contacts a été très faible, avec de nombreux mois sans observation. Les rares observations en février et en avril conduisent à des densités maximales de l'ordre de 0,05 ind./km² pour le Plongeon catmarin et le Plongeon imbrin. Pendant l'année de construction un seul individu de Plongeon catmarin a eu lieu au mois de décembre.

Comme évoqué dans le cadre des grands transects, la majorité des observations de plongeurs sont effectuées 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. Le nombre d'observations étant très faible, il n'est pas possible de définir une zone de distribution géographique générale pour ces espèces.

Bien que les plongeurs soient des espèces particulièrement sensibles à la modification d'habitat et au dérangement, il apparaît ici difficile, à cause du faible nombre de détections, de mettre en évidence les effets du parc sur les oiseaux qui résident dans le secteur du parc et ses abords immédiats.

Tableau 95. Phénologies et cartes de distribution des plongeurs selon les méthodes strip-transect et snapshot – Petits transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).



5.12.4 Analyse des comportements

5.12.4.1 Comportement de pêche

Les plongeurs ont été observés principalement posés ou en vol. Le caractère sensible de ces espèces conduit de nombreux individus à s'envoler à l'approche d'un bateau. L'augmentation d'activité liée à la présence de navires en phase de construction au niveau de la zone du parc peut ainsi engendrer des perturbations modérées à forte sur les oiseaux présents sur la zone du parc et sur les zones de transit entre le port et les zones d'implantation des éoliennes.

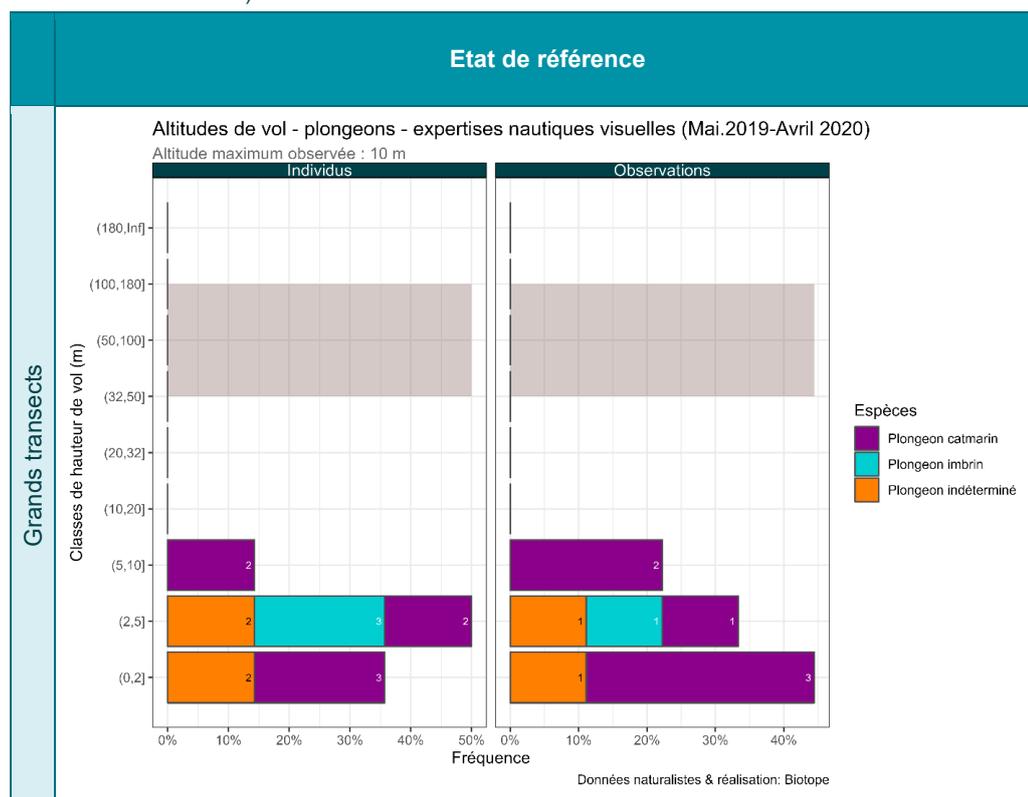
5.12.4.2 Analyses des hauteurs de vol

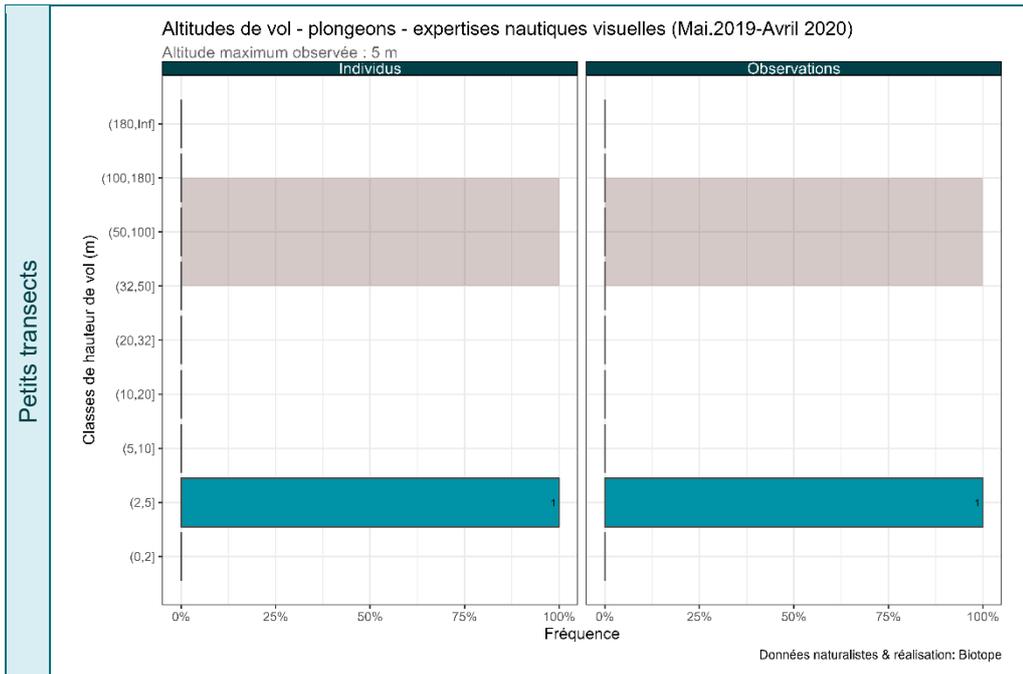
Les plongeurs volent généralement à basse altitude. Ainsi, l'altitude maximale observée a été de 35m sur la période 2013/2020. La tranche d'altitude 2-20m rassemble une proportion très importante de l'ensemble des plongeurs observés en vol.

Tableau 96. Proportions d'individus de plongeurs observés en vol lors des petits et grands transects de l'EDR, sous la zone de rotation des pales des éoliennes (32-180m), entre parenthèse le nombre d'individus total d'oiseaux en vol observés.

Espèce	2019/2020_Grands transects	2019/2020 petits transects
Plongeur sp.	100% (n=12)	100% (n=1)

Tableau 97. Distribution des hauteurs de vols des Plongeurs par année de suivi et type de suivi (état de référence : 2019/2020, année de construction : 2021/2022)





5.12.5 Synthèse

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

Au sein de la zone d'étude, la majorité des observations de plongeurs 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 plongeurs ne montre pas de zone d'occupation préférentielle, mais le nombre d'observations est très faible.

Les plongeurs sont considérés comme ayant un niveau fort de sensibilité générale aux effets de déplacement pendant la phase de construction des parcs éoliens en mer. La distribution et de l'écologie des espèces sur la zone d'étude ainsi que le fait que les deux principales espèces apparaissent probablement préservées des effets de la construction du parc éolien de Saint-Nazaire.

Les Plongeurs ont été observés en vol à basse altitude, la plupart des individus ayant été observés à une altitude comprise entre 2 et 20m de haut (maximum 35m).

Note sur les densités : Les plongeurs sont extrêmement sensibles à la présence de bateaux, ils ont des comportements d'évitement fort, pouvant décoller lors qu'un bateau se trouve à plusieurs centaines de mètres. Ainsi la différence de densités nettement plus élevés lors de l'année de construction peut être une conséquence du changement de technologie entre les deux années de suivis. L'altitude de l'avion digital perturbe moins cette espèce.

6 Analyse comparative « Mammifères marin » - Etat initial, état de référence et phase de construction

6.1 Espèces concernées

L'étude d'impact concluait qu'il était vraisemblable que la zone d'implantation du projet ne présente pas de caractère particulier pour les mammifères marins : aucun groupe résident n'est connu localement, et la zone d'implantation du projet 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 :

- Dauphins communs (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 à 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.

6.2 Données générales de l'année de construction

6.2.1 Données générales lors des sessions grands transects 2021/2022

Lors des 8 sessions grands transects (expertises aériennes digitales haute altitude) réalisées entre octobre 2021 et septembre 2022, 314 mammifères marins ont été notés lors de 56 observations sur 2 883 km parcouru (Tableau 98) : 39% des observations étaient du Dauphin commun et 48% du Marsouin commun. Une baleine et 2 phoques non identifiés à l'espèce ont été observés. Un seul groupe de 11 Grand dauphins a été observé au moins d'août.

Tableau 98. Effectifs cumulés des mammifères marins par expertises aériennes digitales pendant la phase de construction.

Espèces		26/10/2021	18/12/2021	06/02/2022	15/04/2022	10/05/2022	17/06/2022	02/08/2022	15/09/2022	Total
Grand dauphin	Effectif	0	0	0	0	0	0	11	0	11
	Observation							1		1
Marsouin commun	Effectif	10	3	1	9	4	16	19		62
	Observation	4	3	1	6	3	4	6	0	27
	Effectif	28	4	0	18	0	11	145	18	224

Espèces		26/10/2021	18/12/2021	06/02/2022	15/04/2022	10/05/2022	17/06/2022	02/08/2022	15/09/2022	Total
Dauphin commun	Observation	4	1		5		1	8	3	22
Dauphin indéterminés	Effectif	0	0	0	0		0	5	0	5
	Observation							1		1
Baleine indéterminé	Effectif	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	Observation				1					1
Mammifère marin indéterminé	Effectif	0	0	0	0	1	0	1		2
	Observation					1	0	1		2
Phoques	Effectif	0	0	0	1	0	1	0	0	2
	Observation				1		1			2
Total Mammifères marins	Effectif	38	7	1	30	5	28	187	18	314
	Observation	8	4	1	13	4	6	17	3	56

6.2.2 Données générales lors des sessions petits transects 2021/2022

Lors des 4 sessions petits transects réalisés entre octobre 2021 et septembre 2022, 116 mammifères marins ont été notés dans la zone rapprochée du parc sur 380 km parcourus (Tableau 99) : 57% des observations sont des observations de Dauphin commun et 29% de Marsouin commun. Cependant, 90% des effectifs sont des Dauphins communs. Cette proportion est portée par la présence de 2 gros groupes (60+20 individus) détectés lors du suivi de juillet sur le même transect. 3.4% des effectifs sont des marsouins communs.

Tableau 99. Effectifs (Eff) et nombre d'observation (Obs.) des mammifères marins observés lors des 4 sessions petits transects.

Espèces	14/12/2021		09/05/2022		13/07/2022		15/09/2022		Total par espèce	
	Eff.	Obs.	Eff.	Obs.	Eff.	Obs.	Eff.	Obs.	Eff.	Obs.
Dauphin commun	0		0		105	4	0		105	4
Grand dauphin	0		0		0		7	1	7	1
Marsouin commun	0		2	1	2	1	0		4	2
TOTAL	0		2	1	107	5	7	1	116	7

6.3 Comparaison des phénologies et distribution des mammifères marins entre l'état de référence et l'année de construction

6.3.1 Exploitation de la zone élargie du parc - Grands transects

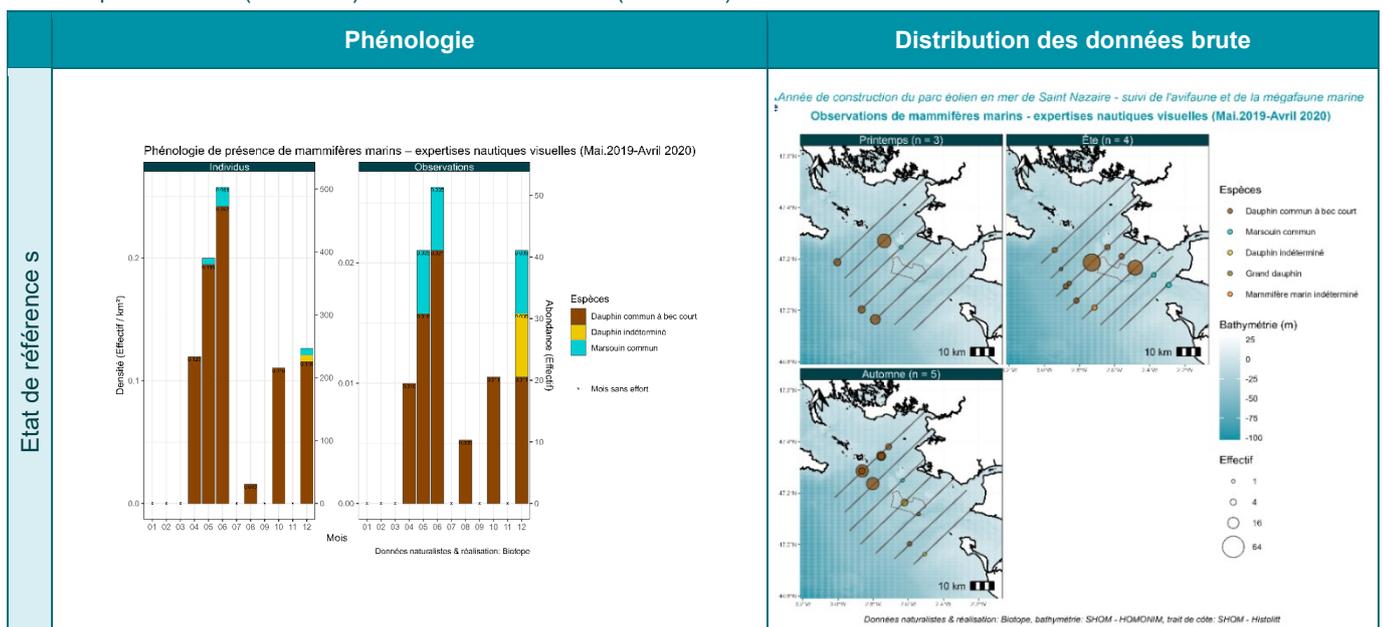
Pendant le suivi de l'EDR, il y a eu 29 observations de mammifères marins réparties sur l'ensemble des suivis avec un pic d'observation en juin (Tableau 100). Parmi ces observations, 72% étaient du Dauphin commun et 14% du Marsouin commun. Leur répartition spatiale au cours des différentes saisons était homogène sur l'ensemble de la zone d'étude (Tableau 101). Pendant l'année de construction, sur les 56 observations de mammifères marins, 39% étaient des observations de Dauphin

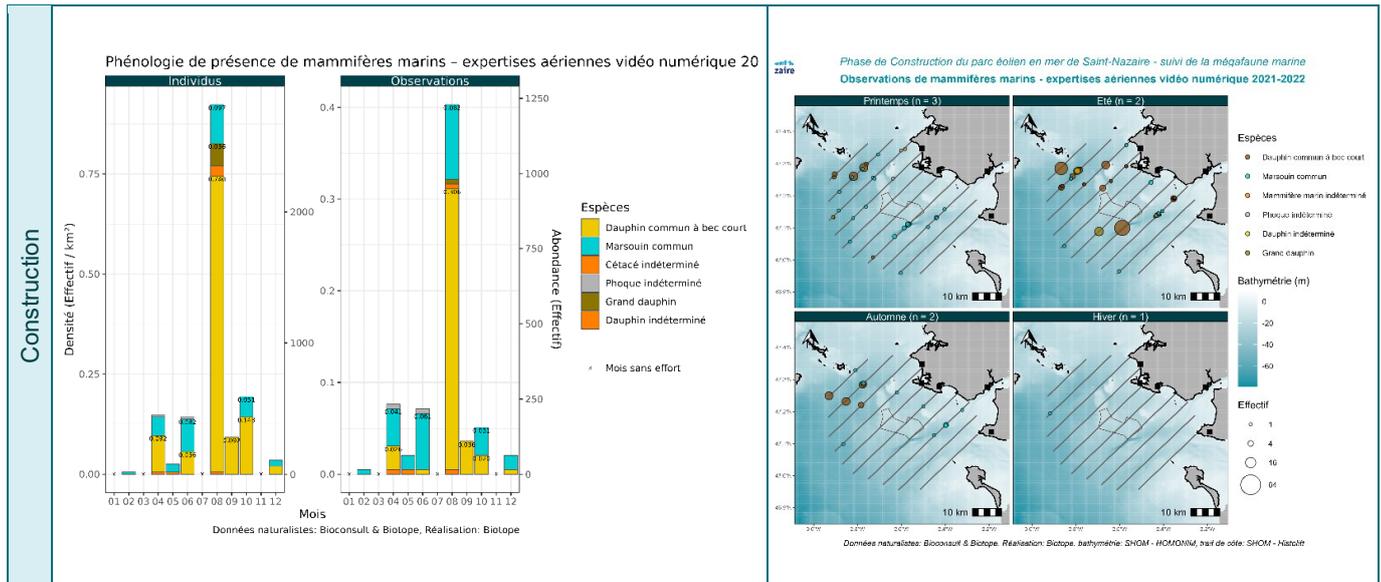
commun et 48% de Marsouin commun. Ces observations sont réparties de manière homogène au sein de l'aire d'étude, avec cependant aucune observation dans la zone du parc elle-même (Tableau 101). La phénologie des Dauphins communs correspond aux connaissances actuelles sur cette espèce : présence annuelle sur la zone d'étude, avec une densité plus forte en été. L'année de construction ne semble pas avoir modifié cette distribution. A la différence des observations de Marsouin commun lors de l'EDR, des marsouins ont été observés toute l'année, lors de chaque suivi à l'exception de celui du mois de septembre. Une autre différence importante avec l'EDR est la taille des groupes de marsouins observés. Lors de l'EDR, une seule observation avec 3 individus a été faite, les autres étaient avec un seul individu. Lors de l'année de construction, chaque observation était composée de plusieurs individus, avec des groupes pouvant aller jusqu'à 10 individus. Cette différence est une conséquence du changement de technologie. 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. A l'opposé, vu du ciel il est possible de voir les animaux qui émergent mais aussi ceux étant sous la surface, et lorsqu'il y a un groupe il est beaucoup plus facile de compter tous les individus. Ainsi la différence de phénologie entre l'EDR et l'année de construction pour cette espèce est au moins en partie une résultante du changement de technologie de suivi, plus qu'un changement important de la taille et la distribution de la population qui utilise la zone d'étude.

Tableau 100. Tableau de comparaison des effectifs et observations de mammifères marins entre l'état initial (EI), l'état de référence (EDR) et l'année de construction – Grands transects.

Espèces		EI	EDR	Construction
Grand dauphin	Effectif	56	5	11
	Observation	2	1	1
Marsouin commun	Effectif	17	7	62
	Observation	3	4	27
Dauphin commun	Effectif	267	205	224
	Observation	17	21	22
Dauphin indéterminés	Effectif	4	2	5
	Observation	2	2	1
Baleine indéterminée	Effectif		3	1
	Observation		1	1
Mammifère marin indéterminé	Effectif	3	0	2
	Observation	1		2
Phoques	Effectif		0	2
	Observation			2
Total Mammifères marins	Effectif		222	314
	Observation		29	56

Tableau 101. Phénologies et cartes des observations des Mammifères marins selon la méthode strip-transect (construction)– Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022).





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

Dans cette zone d'étude, très peu d'observation de mammifères marins avait eu lieu pendant l'EI (4 sur 32 suivis). Lors de l'EDR il y a eu 14 observations en 12 suivis et lors de la phase de construction 7 observations en 4 suivis nautique.

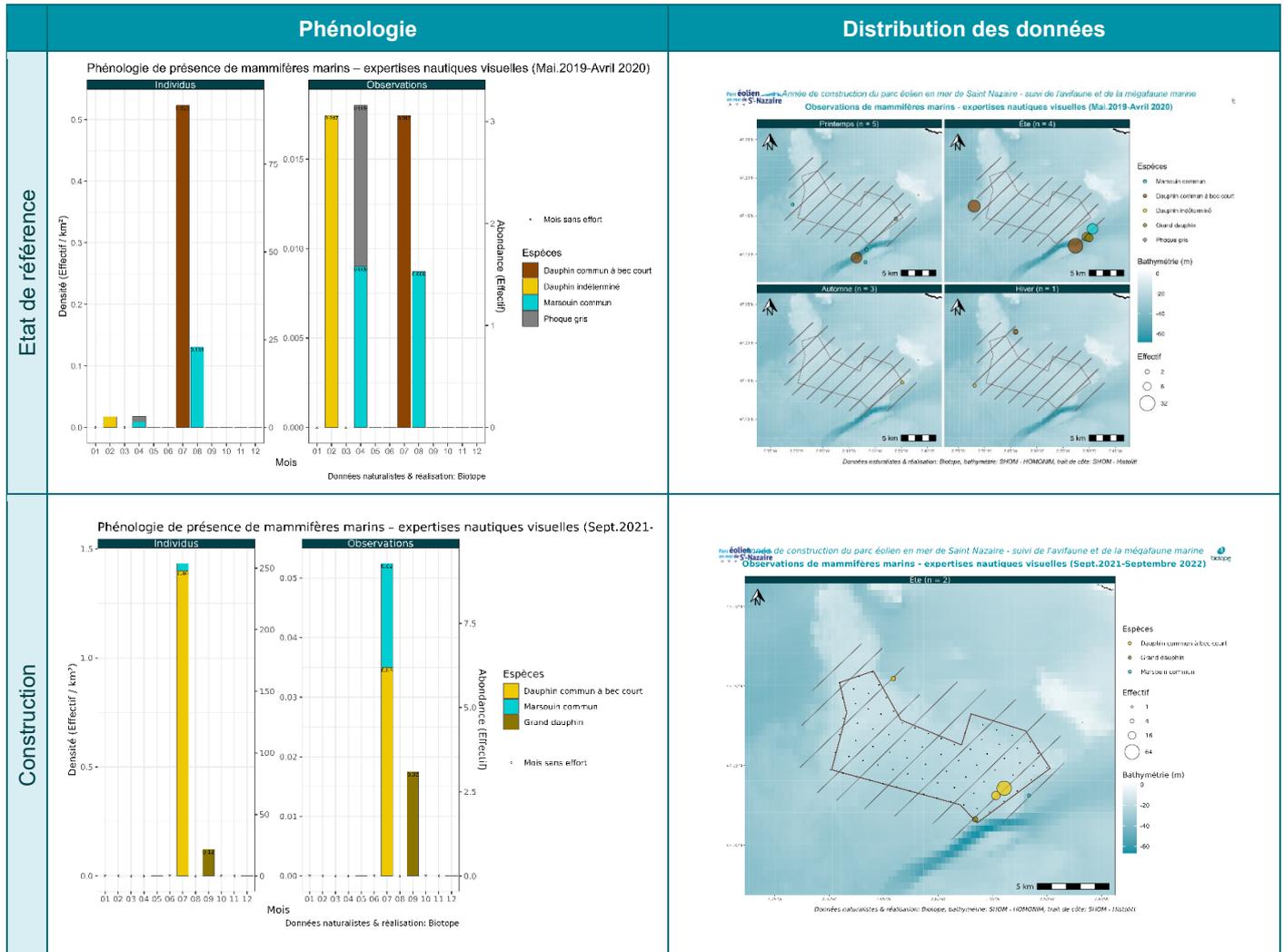
Lors des suivis de l'EDR, 29% des observations de mammifères marins étaient des observations de Dauphin commun, 36% de Marsouin commun et 14% de Grand dauphin. Les 2 groupes de Grand dauphin observés au mois d'août, n'apparaissent pas sur la phénologie (Tableau 103) car les observations étaient à plus de 300m de la ligne de transect. Même si le petit nombre d'observation ne permet pas de tirer de conclusion ferme, il est intéressant de noter qu'en été, les 3 espèces de mammifères marins étaient présentes dans la même zone, à l'extrémité sud du parc, près de la zone du « grand trou ». Au printemps et en automne c'est aussi dans cette zone que se trouvait la majorité des observations.

Pendant l'année de construction, les seules observations de Dauphin commun et de Marsouin ont eu lieu au moins d'août, et le groupe de Grand Dauphin a été observé lors du suivi de septembre. C'est dans cette même partie sud de la zone d'étude que les 3 espèces ont été observées, lors du même suivi pour le Dauphin commun et le Marsouin commun. Contrairement à ce qui a été observé lors de l'EDR, la proportion d'observations de Dauphin commun était plus importante (57%) que la proportion d'observations de Marsouin commun (29%). Tout comme pour l'EDR, aucune observation de mammifères marins n'a eu lieu en mai et en décembre.

Tableau 102. Tableau de comparaison des effectifs et observations de Mammifères marins entre l'état initial (EI), l'état de référence (EDR) et l'année de construction - Petits transects.

Espèces		EI	EDR	Construction
Grand dauphin	Effectif	1	18	7
	Observation	1	2	1
Marsouin commun	Effectif	3	19	4
	Observation	1	5	2
Dauphin commun	Effectif	0	68	105
	Observation	0	4	4
Dauphin indéterminés	Effectif	3	2	0
	Observation	2	2	0
Phoques	Effectif	0	1	0
	Observation	0	1	0
Total Mammifères marins	Effectif	7	108	116
		4	14	7

Tableau 103. Phénologies et cartes de densités moyennes des Mammifères marins selon les méthodes distance-sampling (état de référence), strip-transect (construction) et snapshot – Grands transects pendant l'EDR (2019/2020) et l'année de construction (2021/2022). Le Marsouin commun est en turquoise, le Dauphin commun en marron, le Grand dauphin en vert et le dauphin indéterminé en jaune.



6.3.3 Synthèse

Trois espèces de mammifères marins sont connus pour fréquenter la zone d'étude, le grand Dauphin, le Dauphin commun et le Marsouin commun. Ces trois espèces ont été vues lors des deux années de suivi.

Proportionnellement, plus d'observations de Marsouin commun ont été vues sur la zone élargie pendant l'année de construction que pendant l'état de référence. De plus lors de l'année de construction, des Marsouins ont été observés lors de chaque suivi. Ces différences sont à imputer au changement de protocole entre les deux années de suivis, le Marsouin commun (et plus généralement, tous les mammifères marins) étant plus facile à détecter avec sur les images digitales.

Au niveau de la zone rapprochée, c'est au contraire une diminution de la proportion d'observation du Marsouin commun qui est observé par rapport aux observations de Dauphin commun. Contrairement au Dauphin commun ou Grand dauphin, le Marsouin commun a tendance à éviter les bateaux. Cette espèce a une sensibilité générale à la phase de construction notée : moyenne. Cette diminution de la proportion d'observation de Marsouin commun pourrait être une conséquence du dérangement des activités de construction dans sa zone d'habitat.

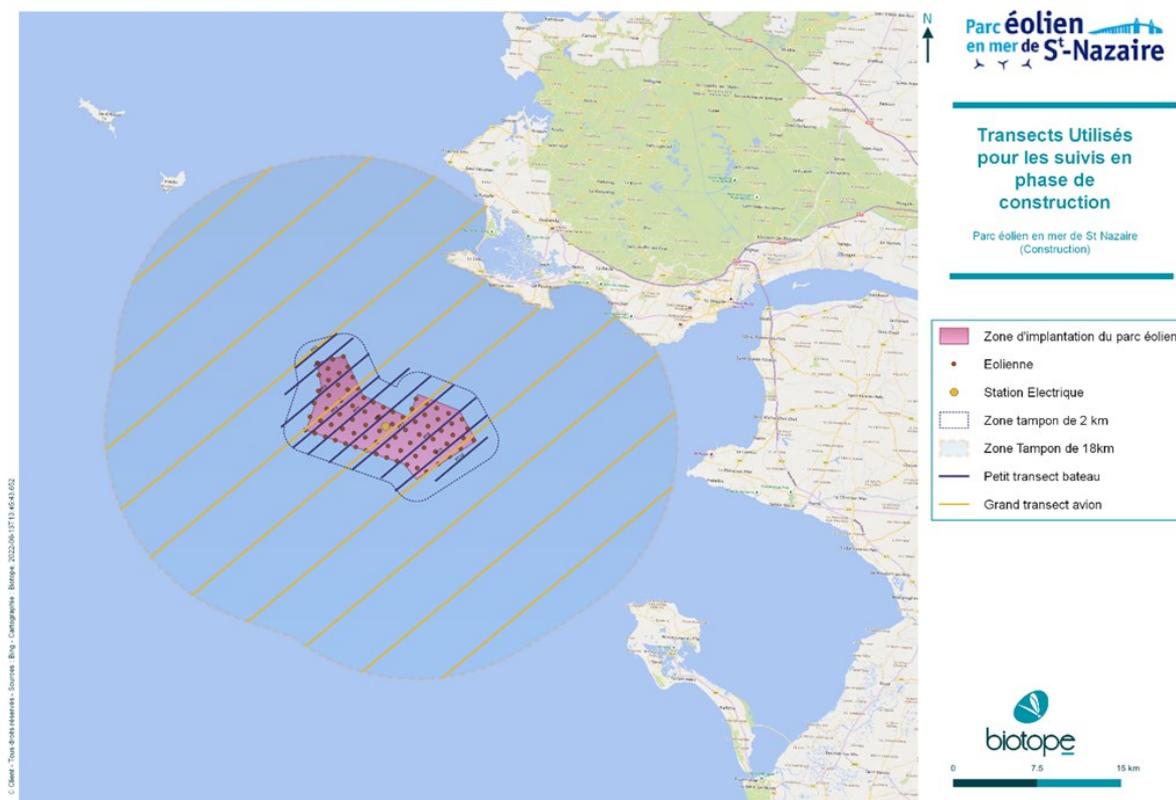
A l'opposé le Dauphin commun et Grand dauphin ont été observé dans la zone du parc en été, pendant la période avec le plus d'activité anthropique. La construction ne semble pas les avoir impactés.

La majorité des observations de cétacées (dauphins et marsouins) ont eu lieu près de la zone du « Grand Trou » qui semble être une zone favorable à ces espèces.

7 Synthèse comparative état initial, état de référence et année de construction

Du mois d'avril 2021 au mois d'octobre 2022, la société Parc du Banc de Guérande (PBG) a construit 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 MSU 10 initiée lors de l'état de référence, a été poursuivie lors de la phase de construction. Entre les deux phases du projet, 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 la phase de construction, ont été mises en œuvre de façon régulière afin de couvrir toutes les périodes biologiques (hivernage, migration pré-nuptiale, période de reproduction, migration post-nuptiale).

Au final, le suivi de l'avifaune et de la mégafaune marine a eu lieu du mois d'octobre 2021 au mois de septembre 2022. Il a été constitué de 8 survols aériens digitaux (vol à 550m d'altitude, octobre, décembre 2021 ; février, avril, mai, juin, et août et septembre 2022) au sein d'une aire d'étude élargie s'étendant sur un rayon de 18km autour du parc (Carte 6) et d'un suivi nautique par saison (décembre 2021 ; mai, juillet et, septembre 2022) 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. (Tableau 104).



Carte 6. Carte des transects parcourus lors des expertises 2021/ 2022 pendant l'année de construction.

Tableau 104. Comparaison des protocoles d'expertises 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 300m de part et d'autre du transect.

		Etat de Référence 2019/2020	Construction 2021/2022
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 phase de construction et leur comparaison avec les phases précédentes ont été réalisées grâce à 3 catégories d'exploitations de données (Figure 52) :

- 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 quatre espèces avec suffisamment de données, utilisation d'un modèle BAG pour déterminer si la présence de travaux et la mise en place des éoliennes ont engendré des différences statistiquement significatives de densité des observations sur la zone élargie du parc et ainsi identifier si cette phase de construction a eu un effet de déplacement pour ces espèces.

De plus, une analyse des hauteurs de vols à partir des données de suivis nautiques a été faite pour chaque espèce. 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.

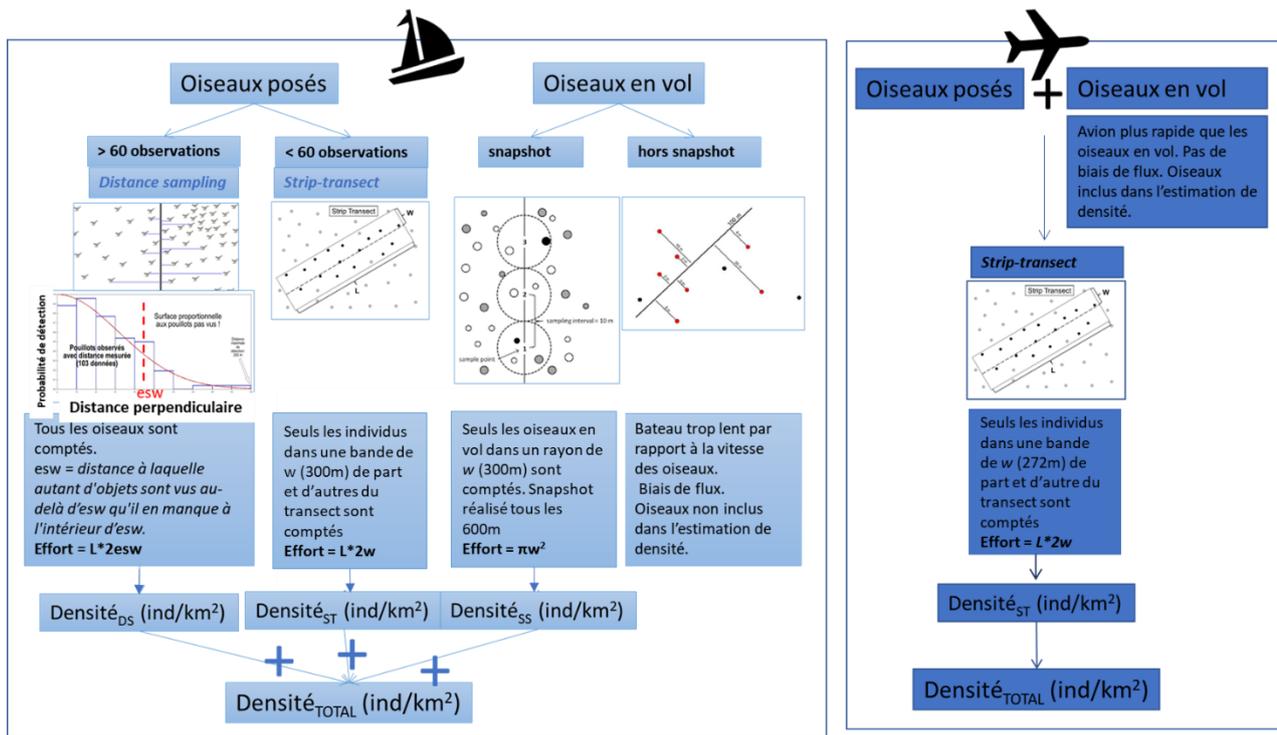


Figure 52. Description schématique du processus d'estimation de densités à partir des données issues de suivis nautiques et aériens.

L'évolution des protocoles de suivis entre les phases pré-construction et de construction a eu des conséquences sur les méthodes d'analyses 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 la phase de construction ;
- Mais il est possible, pour la majorité des espèces, et pour toutes les espèces à enjeux, de comparer l'évolution des phénomènes et les aires de distribution et ainsi identifier si les effets attendus des travaux ont eu un impact ou non sur les oiseaux et mammifères marins ;
- Pour les 5 espèces avec les effectifs les plus importants (Goéland argenté, Goéland marin, Mouette tridactyle, Fou de Bassan, Guillemot de Troïl), il a été possible d'utiliser un modèle qui a mesuré et corrigé le biais lié à la différence de protocole, afin de déterminer si la densité d'observation d'une de ces espèces a été modifiée de manière statistiquement significative en fonction de la distance aux travaux et aux éoliennes ;
- Il est possible de connaître la distribution des hauteurs de vols de toutes les espèces observées grâce aux données comportementales recueillies pour les suivis bateau avec observateurs embarqués.

Le Tableau 105 ci-dessous fournit une synthèse succincte des principales informations clés qui ressortent de la comparaison des résultats de suivis en phase de construction et lors de l'état de référence pour les principales espèces d'oiseaux. Le Tableau 106 fournit une synthèse succincte des principales informations clés qui ressortent de la comparaison des résultats de suivis en phase de construction et lors de l'état de référence pour les mammifères marins.

Tableau 105 : 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 2013/2015, 2019/2020 et 2021/2022 pour les principales espèces à enjeux. Des informations sont fournies pour les activités notées sur l'aire d'étude immédiate (AEI) et l'air 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 « construction »	Distribution	Différences EDR / suivis de construction
Guillemot de Troïl	Présence saisonnière (principalement octobre à mai)	Repos, déplacements, alimentation	Décembre et avril.	Février, avril	Fréquente toute l'AEI et l'AEE, Présence principalement au	Pas de différence

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 « construction »	Distribution	Différences EDR / suivis de construction
					nord de l'aire d'étude élargie.	
Pingouin torda	Présence saisonnière (principalement octobre à mai)	Repos, déplacements, alimentation	Entre novembre et février.	Décembre et février	Fréquente toute l'AEI et l'AEE, Distribution variable selon les saisons. Pas de répartition privilégiée.	Pas de différence
Fou de Bassan	Présence toute l'année, fluctuante	Repos, déplacements, alimentation	Avril à octobre.	Août à octobre	Fréquente toute l'AEI et l'AEE, Plus fortes concentrations à l'ouest de l'AEE et AEI	Augmentation significative des densité moyenne d'observation au-delà de 19km du centre du parc lors de l'année de construction
Goéland argenté	Présence toute l'année, fluctuante	Repos, déplacements, alimentation	Août/septembre pour état initial et Mai/Juin pour l'EDR	Août/septembre	Présence en mer très variable, influencée par des regroupements derrière des bateaux de pêche. Regroupements de goélands plus nombreux à l'est et au sud de l'AEE. L'AEE est plus fréquentée en fin d'été / automne par le Goéland argenté et le Goéland brun.	Densité moyenne d'observation plus élevée dans la zone du parc et jusqu'à 24km du parc, sauf en été, aucune observation dans la zone du parc en phase de construction
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	Juillet/Août		Pas de différence
Goéland marin	Présence toute l'année, fluctuante	Repos, déplacements, alimentation	Pic de juin à octobre	Août à décembre		Pas de différence significative
Goéland cendré	Présence saisonnière (migration et hivernage).	Repos, déplacements, alimentation	Octobre à février. Densités très faibles	Décembre	Très peu de données, observés sur toute la zone. Plus près des côtes en automne, hiver et plus au large les autres saisons	Très peu de données, apparemment pas de différence
Mouette tridactyle	Présence saisonnière (principalement octobre à mars)	Repos, déplacements, alimentation	Décembre à février.	Décembre à février	Ensemble de l'AEE exploité, notamment secteur Belle-Île / Hoëdic, Dumet, estuaire de la Vilaine, estuaire externe de la Loire.	Pas de différence
Mouette pygmée	Présence saisonnière	Repos, déplacements, alimentation	Octobre. Densités très faibles	Avril	Observée principalement au large. Ensemble	Très peu de données,

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 « construction »	Distribution	Différences EDR / suivis de construction
	(principalement octobre à mars)				de l'AEE exploité, notamment ouest et sud. Quasiment absente de l'AEI	apparemment pas de différence
Mouette rieuse	Présence saisonnière (principalement en hiver)	Déplacements	Octobre à décembre.	Décembre - février	Proche des côtes. Très peu présente sur l'AEI.	Très peu de données, apparemment pas de différence
Mouette mélanocéphale	Présence toute l'année, fluctuante	Déplacements	Octobre et décembre. Densités très faibles	Février	Proche des côtes. Très peu présente sur l'AEI et peu fréquente dans l'AEE (principalement presque l'île guérandaise).	Très peu de données, apparemment pas de différence
Puffin des Baléares	Présence saisonnière, Juin à octobre principalement	Repos, déplacements, alimentation	juin et août Présence variable selon les années et les mois.	Juillet - août	Présence nord-est et est de l'AEE. Dans l'AEE zone préférentielles située entre l'île Dumet, le Banc de Guérande et estuaire externe de la Loire.	Pas de différence.
Puffin des Anglais	Présence ponctuelle, peu fréquent	Déplacements, alimentation	Rarement observé. Mai / Juin	Pas assez de données	Pas assez de donnée pour définir une zone d'observation, semble réparti de manière homogène sur l'AEI	Très peu de données, apparemment pas de différence
Puffin fuligineux	Présence ponctuelle, peu fréquent	Déplacements	Rarement observé Mai à août.		Pas de zones d'observation principales.	
Fulmar boréal	Présence ponctuelle, peu fréquent	Déplacements, alimentation	Rarement observé. Maxi en mai et août		Pas de zones d'observation principales.	
Océanite tempête	Présence saisonnière, août à octobre principalement	Repos, déplacements, alimentation	Août / septembre.	Septembre	AEI nettement moins fréquentée que AEE. Secteur entre l'île d'Hoëdic et le Banc de Guérande pendant l'été et plutôt au sud et à l'ouest du banc de Guérande en automne.	Très peu de données, apparemment pas de différence
Sterne caugek	Présence toute l'année, fluctuante (principalement printemps / été)	Déplacements, alimentation	Avril et août	Juin	Présente sur l'ensemble de la zone en fonction des proies avec une présence plus fréquente près des	Pas de différence

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 « construction »	Distribution	Différences EDR / suivis de construction
					côtes : Estuaire externe de la Loire, au niveau des îlots de La Baule ainsi qu'entre le Croisic et la Turballe.	
Sterne pierregarin	Présence toute l'année, fluctuante (principalement printemps / automne)	Déplacements, alimentation	Mai (état initial), Avril et août (EDR)	Pas d'observation		Pas de données
Guifette noire	Présence saisonnière (printemps, automne)	Déplacements	Pas de donnée	4 observations sur AEE août et octobre	Pas assez de données	Très peu de données, apparemment pas de différence
Grand Labbe	Présence toute l'année, fluctuante (plus fréquent fin d'été / automne).	Repos, déplacements, alimentation	Octobre, décembre	4 observations (2 octobre, 2 juillet)	Pas de distribution préférentielle. Espèce opportuniste. Plutôt observée au large.	Moins d'observations pendant l'année de construction (effet de grippe aviaire probable et/ou effet de la construction)
Labbe parasite	Présence saisonnière, migrateur (printemps et automne)	Déplacements	Septembre (état initiale), Avril (état de référence)	2 observations en octobre uniquement sur AEE	Pas de distribution préférentielle. Espèce opportuniste. Plutôt observée au large.	
Grand Cormoran	Présence toute l'année, fluctuant. Principalement entre août et février.	Déplacements, alimentation	Juin à décembre.	Décembre	Espèces principalement observées près des côtes : presque l'île guérandaise, plateau du Four, plateau de la Banche, nord-ouest de l'île de Noirmoutier	Pas de différence
Cormoran huppé	Présence toute l'année, fluctuante. Printemps et automne principalement.	Déplacement, alimentation	Août/septembre. Densités faibles ²	Décembre		Pas de différence
Macreuse noire	Présence saisonnière, automne et hiver.	Déplacements	Avril et décembre	Avril	Ouest de la presque l'île guérandaise, plateau de la Lambarde	Pas de différence

Tableau 106 : Synthèse des principales données d'état de référence et suivis en phase de construction concernant les principales espèces de mammifères marins rencontrées localement. Cette synthèse compile les principales informations issues des expertises 2013/2015, 2019/2020 et 2021/2022. 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 « construction »	Distribution	Différences EDR / suivis de construction
Marsouin	Présence toute l'année,	Juin,	Juin, juillet, aout	Présence dans différente zone de l'AEE, mais une présence plus récurrente près de la zone du « Grand trou » Présence dans différente zone de l'AEE, mais une présence plus récurrente près de la zone du « Grand trou ».	Présence plus faible dans l'AEI que dans l'AEE en période de construction
Grand dauphin	Présence en été	Août	Août		Très peu de données, apparemment pas de différence
Dauphin commun	Présence toute l'année, plus importante en été	Juin	Juillet, août		Pas de différence

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 déterminer si la phase de construction a eu un effet de déplacement, de perte d'habitat, d'attraction ou de répulsion sur ces espèces. Parmi ces espèces, 9 espèces n'avaient pas assez de données pour en tirer une conclusion. Pour les 18 espèces restantes, la différence de protocole entre les phases du projet et le potentiel impact de la grippe aviaire ont été considérés dans l'analyse et l'interprétation des résultats afin de détecter un éventuel impact des travaux de construction du parc éolien en mer..

Ainsi, pour la majorité des espèces, nous concluons que la construction du parc de Saint Nazaire n'a pas eu d'effets clairement identifiables sur la densité et la distribution spatiale des populations sur la zone élargie et rapprochée du parc. Pour 5 espèces (Goéland argenté, Fou de Bassan, Mouette tridactyle, Grand Labbe, Marsouin commun), la phase de construction semble avoir eu un impact identifiable sur leurs densités moyennes d'observations et leurs distributions :

- Pour les trois espèces d'oiseaux marins (Goéland argenté, Fou de Bassan, et Mouette tridactyle), qui ont des distributions sur la zone d'étude influencées par la présence et la distribution des bateaux de pêche, l'augmentation de leur densité moyenne d'observation en dehors de la zone du parc pourrait être une conséquence du déplacement des bateaux de pêches en dehors de cette zone pendant la phase de construction.
Pour le Goéland argenté, une augmentation de sa densité d'observation dans la zone du parc a aussi également été détectée, celle-ci s'expliquerait par sa curiosité naturelle envers toute activité humaine sur l'eau.
- Pour les deux dernières espèces (Grand Labbe et Marsouin commun) une diminution des densités dans la zone du parc a été détectée. Pour le Marsouin commun, cela serait dû au dérangement créé par la présence des travaux. Pour le Labbe, cette diminution pourrait être un effet cumulé d'une diminution naturelle des populations, à cause de l'importante mortalité dans les colonies reproductrices au printemps 2022 dû à l'épidémie de grippe aviaire, et du déplacement en dehors de la zone du parc d'opportunités de chasse alimentaire pour les mêmes raisons que pour les goélands, Fou de Bassan et mouettes.

Pour chaque espèce, nos observations sont conformes aux retours d'expérience sur des suivis de parcs éoliens en mer en construction.

8 Bibliographie

- Antoine Chabrolle, n.d. Recensement national des oiseaux marins nicheurs en France hexagonale Enquête 2020-2022. GROUPEMENT D'INTÉRÊT SCIENTIFIQUE OISEAUX MARINS.
- 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.
- 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).
- 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 – SEPNEB, LPO Loire-Atlantique, LPO Vendée. 445.
- Furness, R. w., 2013. Extent of Displacement, and Mortality Implications of Displacement of Seabirds by Offshore Wind Farms. MacArthur Green Report to Forewind, Glasgow. 22.
- 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
- 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>
- Krijgsveld, K.L., Fijn, R.C., Lensink, R., 2015. Occurrence of peaks in songbird migration at rotor heights of offshore wind farms in the southern North Sea 30.
- 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 PHOTOBIOLOG B-BIOL.
- Lüdeke, J., 2015. Review of 10 Years of Research of Offshore Wind Farms in Germany: The State of Knowledge of Ecological Impacts.
- 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>
- MNHN, 2010. Guide méthodologique : Evaluation de l'état de conservation des habitats d'oiseaux marins au sein des ZPS (No. Rapport SPN 2010 / 5).
- Nass&Wind Offshore, Créocéan, 2015. Parc éolien en mer de Saint-Nazaire. Étude d'impact environnemental. Fascicule B1.
- 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.
- Thaxter, C., Lascelles, B., Sugar, K., Cook, A., Roos, S., Bolton, M., Langston, R., Burton, N., 2012. Seabird foraging ranges as a preliminary tool for identifying candidate Marine Protected Areas. Biol. Conserv. 156. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.12.009>
- 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., Onkelinx, T., Verschelde, P., Courtens, W., Van de walle, M., Verstraete, H., Stienen, E.W.M., 2015. 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.
- Wade, H.M., 2015. Investigating the potential effects of marine renewable energy developments on seabirds.
- 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>

9 Annexes

Annexe 1 : Détail analyse statistique

1.1 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 groupe⁶. Par définition, celle-ci vaut 1 à la distance 0 (détection parfaite sur la ligne de transect) puis elle décroît 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 l'effet d'aucune variable. Nous avons conditionné les jours de suivis en mer les jours où 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 inférieure 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 suivis 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 la même, ainsi cette méthode n'a été utilisée que pour les oiseaux posés. Les oiseaux en vol hors protocole snapshot ne sont pas intégrés dans le calcul des densités.

⁶ Noter que l'unité d'échantillonnage est bien le groupe et non pas les individus.

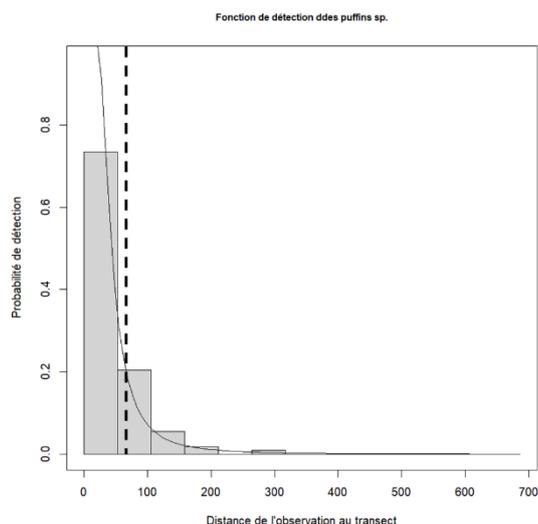


Figure 53. Histogramme du nombre de détection par classe de distance et fonction de détection de type « taux de défaillance » pour le Guillemot de Troil. La ligne en pointillée verticale souligne la portée efficace de détection (esw) associée à la courbe.

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 »⁷ (*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 de la (Figure 53)Figure 53., la portée efficace de détection est de 54 m).

1.2 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 bande de 300m de part et d'autre de la ligne de transect a été intégré dans les estimations de densités.

1.3 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 conçue 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 mesurée et corrélée 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.

⁷ 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 2 : Modélisation BAG de la distribution spatiale et de la densité des espèces

1.2.1 Propriétés des données de comptage

- Les données de comptage sont des nombres discrets strictement supérieurs à 0.
- La variance du nombre d'observations tend à augmenter avec la moyenne. Par exemple, si on observe en moyenne 1 individu, les observations varieront peut-être entre 0 et 3, alors que pour une moyenne de 10 individus, les observations pourraient varier entre 6 et 15.

Ces propriétés justifient l'utilisation d'une distribution différente de la normale pour modéliser la réponse observée: la distribution de Poisson.

1.2.2 Propriétés de la distribution de Poisson et de sa fonction de lien logarithme

Dans le cas présent, la variable à expliquer y représente le nombre d'observations d'une espèce dans un intervalle de temps (une campagne d'observation) et d'espace (une cellule de la grille) donné. Nous choisissons le nombre d'observations plutôt que le nombre d'individus pour éviter la sur-dispersion des données par rapport à la loi de Poisson. En considérant le nombre d'individus, les grands groupes entraînent une asymétrie positive (plus de fortes valeurs qu'attendues par une loi de Poisson) et ont pour conséquence une déviation aux hypothèses du modèle et donc des tests de significativité sur les coefficients potentiellement erronés.

Supposons que les observations sont indépendantes, c'est-à-dire que l'observation d'un individu (ou d'un groupe d'individus) à l'instant t dans une cellule, n'influence pas la probabilité d'en observer un deuxième à l'instant $t + 1$ ou dans la cellule voisine. Cette hypothèse est invalide pour certaines espèces, nous le verrons plus tard.

On peut alors considérer que la variable y suit une loi de Poisson de paramètre λ représentant le taux moyen d'observations par intervalle de temps et d'espace.

On utilise donc un modèle linéaire généralisé où la variable à expliquer y suit une distribution de Poisson de paramètre λ :

$$y \sim \text{Poisson}(\lambda)$$

Puisque λ doit être un nombre entier positif, la fonction de logarithme est utilisée comme fonction de lien entre la variable à expliquer et les variables explicatives X_i avec i allant de 1 à n (n = le nombre de variables explicatives).

$$\log(\lambda) = \mu = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i$$

De plus, il faut prendre en compte que la valeur λ dépend de la surface échantillonnée dans l'intervalle de temps et d'espace considéré. La variable que l'on souhaite expliquer est donc une densité d'observations, c'est à dire le ratio du nombre d'observations λ sur la surface échantillonnée (σ). Ajuster un modèle de Poisson sur une variable de la forme d'un ratio ($\frac{\lambda}{\sigma}$), revient à ajuster un modèle de Poisson sur le numérateur λ , en incluant le dénominateur σ dans le prédicteur linéaire :

$$\begin{aligned} \log\left(\frac{\lambda}{\sigma}\right) &= \mu \\ \Leftrightarrow \log(\lambda) - \log(\sigma) &= \mu \\ \Leftrightarrow \log(\lambda) &= \log(\sigma) + \mu \\ \Leftrightarrow \lambda &= \exp(\log(\sigma) + \mu) \\ \Leftrightarrow \lambda &= \sigma \times \exp(\mu) \end{aligned}$$

1.2.3 Formalisation du modèle

Plusieurs variables explicatives doivent être prises en compte en tant qu'effet fixe pour expliquer la densité d'observations :

- une variable de différence de **protocole** (notée P) qui permet de prendre en compte la différence de protocole entre les deux phases du projet ainsi que la variabilité inter-annuelle. Cette variable prend pour valeur 0 pour les données de l'état de référence et 1 pour les données de la phase de construction. L'état de référence est la variable de référence pour ce facteur à 2 catégories et son coefficient vaut donc 0.
- une variable **mois** (notée $mois$) qui permet de prendre en compte la phénologie de l'abondance des espèces. Seuls les mois d'avril, mai, juin, août, octobre et décembre sont pourvus de données à la fois lors de l'état de référence et la phase de travaux. Les mois pour lesquels il existe des données uniquement lors de la phase de construction, c'est à dire février et septembre, sont écartés de l'analyse. Par ailleurs, certaines espèces (telle que la mouette tridactyle) ne sont pas observées tous les mois (pas d'observation en avril et août). Pour ces espèces, les mois sans observations sont écartés de l'analyse.

- une variable **distance aux travaux** ou **distance aux éoliennes** (notée *distance*) en interaction avec la variable de différence de protocole (P) permet de mesurer l'impact de la distance aux travaux ou aux éoliennes sur la densité d'observations. Afin de nous affranchir du cadre linéaire du GLM, quatre classes de distance sont construites. Elles permettent de dessiner une relation non-linéaire de l'effet de la construction ou de l'exploitation des éoliennes si une telle relation existe. Ces classes de distance sont construites pour chaque espèce en utilisant les quartiles afin qu'elles contiennent la même quantité de données.

Le modèle peut être formalisé de la façon suivante:

$$y \sim \text{Poisson}(\lambda)$$

$$\log(\lambda) = \beta_0 + \beta_1 P + \beta_2 \text{mois} + \beta_3 (P: \text{distance})$$

Ce modèle a été ajusté pour 6 espèces: le Guillemot de Troïl, le Goéland argenté, le Goéland marin, le Fou de Bassan, la mouette tridactyle et le Puffin des Baléares. Les quatre premières espèces ont été choisies car ce sont celles qui réunissent le plus de données (au moins 50 observations lors de l'état de référence et lors de la phase de construction). La mouette tridactyle et le Puffin des Baléares ont été choisis pour leur intérêt écologique. Cependant, le manque de données lors de l'état de référence pour ces deux espèces (26 observations pour la mouette tridactyle et 13 pour le Puffin des Baléares) ne permet pas l'ajustement des modèles. Seul la distance aux fondations a pu être testé pour la mouette tridactyle.

1.2.4 L'autocorrélation spatiale

La densité d'observations qui est notre variable à expliquer est probablement corrélée spatialement ce qui signifie que cette variable prend des valeurs d'autant plus similaires que les points d'échantillonnages sont rapprochés dans l'espace. Si cette corrélation spatiale existe, l'hypothèse d'indépendance des observations est invalide et cela risque de fausser les résultats de l'analyse.

Nous avons donc testé l'autocorrélation spatiale des résidus (c'est-à-dire la différence entre les valeurs observées et les valeurs estimées par le modèle, ils ont la particularité de représenter la partie non expliquée par l'équation du modèle) du modèle présenté dans le paragraphe précédent afin de nous assurer que l'hypothèse d'indépendance des observations est valide pour chaque espèce. Une autocorrélation spatiale a été mise en évidence pour 3 espèces : le Guillemot de Troïl, le Goéland argenté et le Goéland marin. Pour ces espèces, nous avons ajouté au modèle une fonction de lissage ajustée aux coordonnées des centroïdes des cellules de la grille qui permet de prendre en compte l'autocorrélation spatiale résiduelle.

1.2.5 Pseudo-R²

La proportion de déviance expliquée par le modèle qui correspond au R² non-ajusté est indiquée dans le tableau ci-après pour chaque espèce et chaque variable distance. Cette métrique est un indice de la part de variance de y expliquée par sa relation linéaire avec les variables explicatives. Plus elle est importante et plus le modèle décrit fidèlement les processus sous-jacents à l'obtention du jeu de données.

Pour les modèles testant l'effet de la distance aux travaux (ou distance aux fondations):

Espèce ou groupe d'espèces	Pseudo-R ²
Guillemot de Troïl	78%
Goéland argenté	68%
Goéland marin	24%
Fou de Bassan	28%
Mouette tridactyle	37%

Pour les modèles testant l'effet de la distance aux éoliennes en exploitation :

Espèce ou groupe d'espèces	Pseudo-R ²
Guillemot de Troïl	72%
Goéland argenté	79%
Goéland marin	32%
Fou de Bassan	34%

1.2.6 Simulation d'un jeu de données équilibré

La méthodologie décrite par King et al. (2000) permet de simuler un jeu de données à partir des coefficients du modèle et de la matrice de variance co-variance des coefficients. La simulation de ce jeu de données facilite l'interprétation des résultats du modèle et leur visualisation graphique.

Le jeu de données simulé est équilibré car il est composé de l'ensemble des combinaisons des variables explicatives utilisées dans le modèle (48 combinaisons différentes : 2 catégories pour P* 6 mois différents * 4 classes de distance).

La première étape consiste à simuler des coefficients (β_s) à partir de la matrice de variance co-variance des coefficients (notée \hat{M}) et de la valeur moyenne de ces coefficients estimée par le modèle ($\hat{\beta}$) en utilisant une loi normale multivariée :

$$\beta_s \sim N_{multi}(\mu = \hat{\beta}, sd = \hat{M})$$

La deuxième étape consiste à multiplier chaque ensemble de coefficients à la matrice de contraste du nouveau jeu de données.

On obtient une densité prédite par le modèle pour les différentes conditions rencontrées et une incertitude associée à cette prédiction. Cette densité prédite permet de générer les figures représentant la différence de densité des oiseaux entre l'état de référence et la phase de construction en fonction de la distance aux travaux.

1.2.1 Résultats complémentaires

Ces résultats représentent les densité standardisé (c'est-à-dire après correction du biais de protocole)^o pour les 5 espèces pour lesquelles il a été possible de faire un modèle BAG.

Pour toutes les figures de cette section, lorsque les barres d'incertitudes de l'EDR ne se chevauchent pas avec celles de l'année de construction, on peut dire qu'il y a une différence significative entre les densités de l'EDR et de l'année de construction. En revanche, si les barres se chevauchent, il n'est pas possible de conclure si la différence est significative ou non.

Dans l'exemple de la figure ci-dessous au mois d'avril ; il n'est pas possible de statuer s'il y a une différence de densité entre l'EDR et la phase de construction, par contre on peut dire qu'il y a une différence significative de densité pendant l'année de construction aux distances entre 19 et 24km par rapport aux autres classes de distances.

Densité standardisée en Goéland argenté prédite par le modèle par mois pour chaque phase du projet

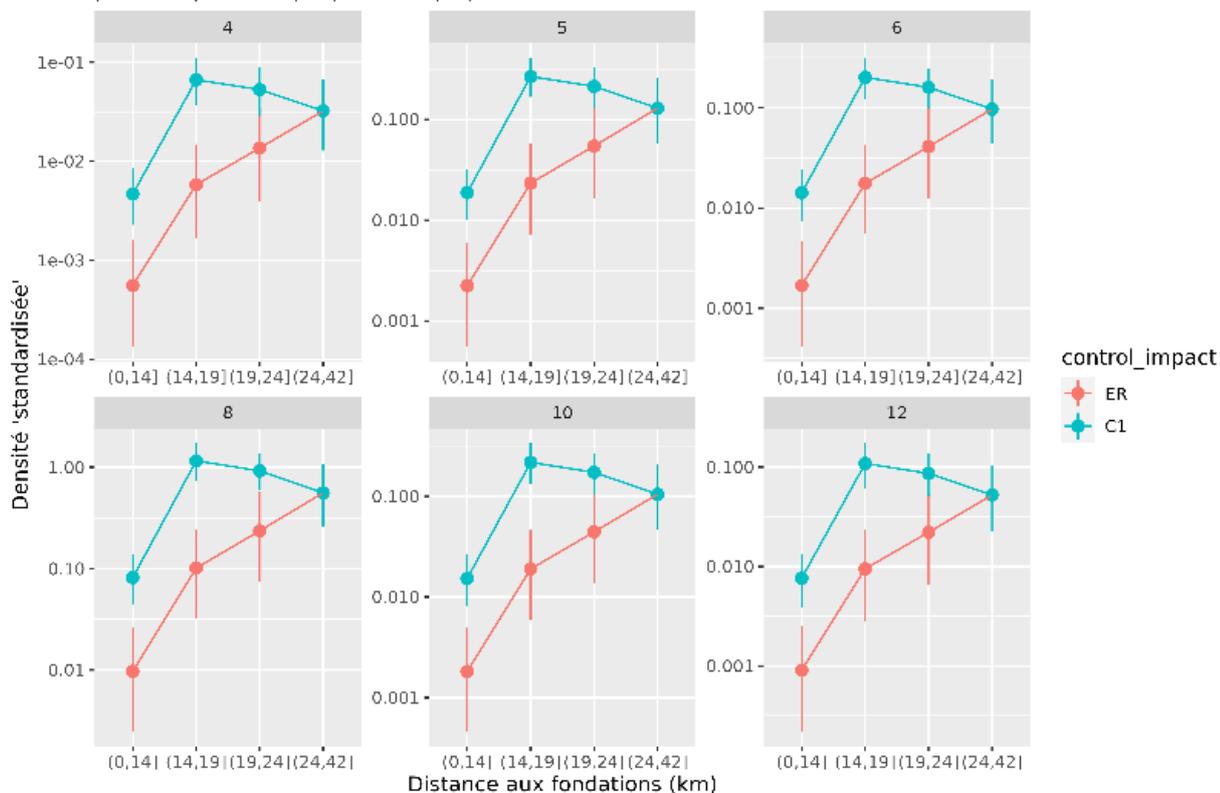


Figure 54 : Densité moyenne d'observation de Goéland argenté par rapport à la distance aux fondations prédite par le modèle pour chaque mois et chaque phase du projet (l'état de référence en rouge, ER, et la phase de construction en bleu, C1). Les points représentent la moyenne de la densité et les barres d'erreur l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km².

Densité standardisée en Goéland argenté prédite par le modèle par mois pour chaque phase du projet

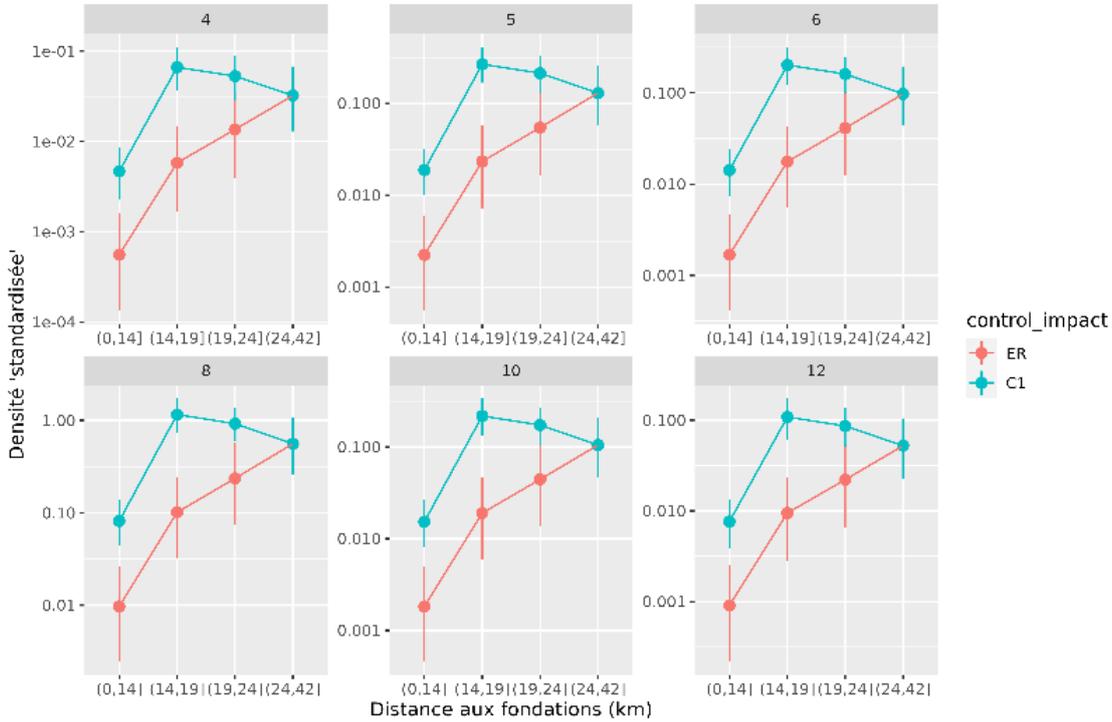


Figure 55: Densité moyenne d'observation de Goéland argenté par rapport à la distance aux éoliennes prédite par le modèle pour chaque mois et chaque phase du projet (l'état de référence en rouge, ER, et la phase de construction en bleu, C1). Les points représentent la moyenne de la densité et les barres d'erreur l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km².

Densité standardisée en Goéland marin prédite par le modèle par mois pour chaque phase du projet

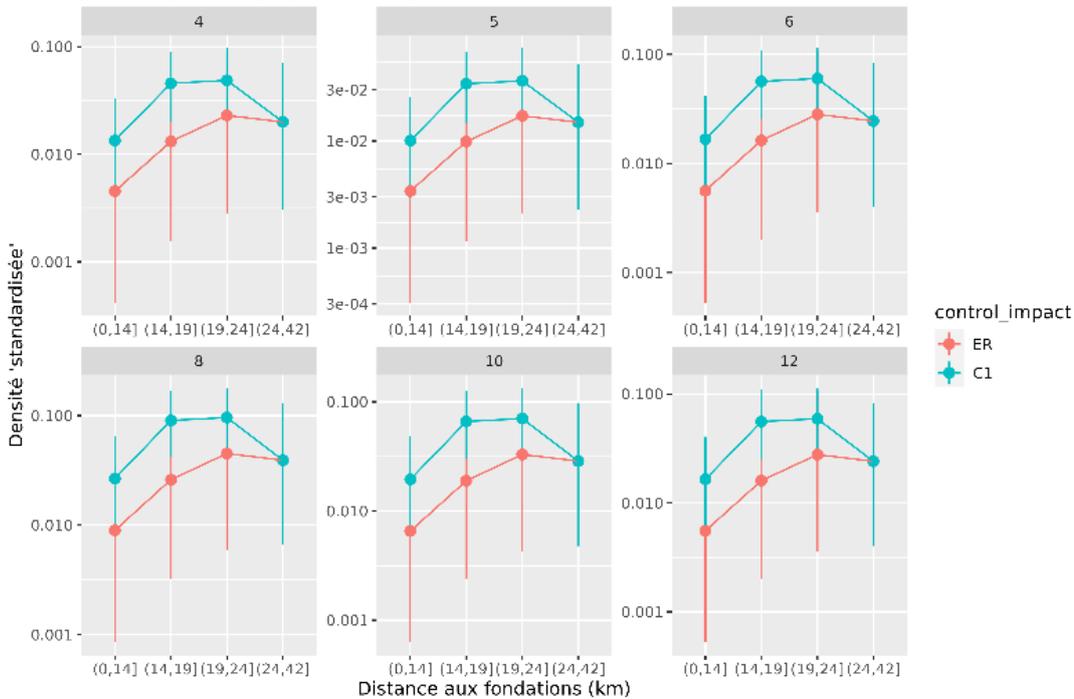


Figure 56 : Densité moyenne d'observation de Goéland marin par rapport à la distance aux fondations prédite par le modèle pour chaque mois et chaque phase du projet (l'état de référence en rouge, ER, et la phase de construction en bleu, C1). Les points représentent la moyenne de la densité et les barres d'erreur l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km².

Densité standardisée en Goéland marin prédite par le modèle par mois pour chaque phase du projet

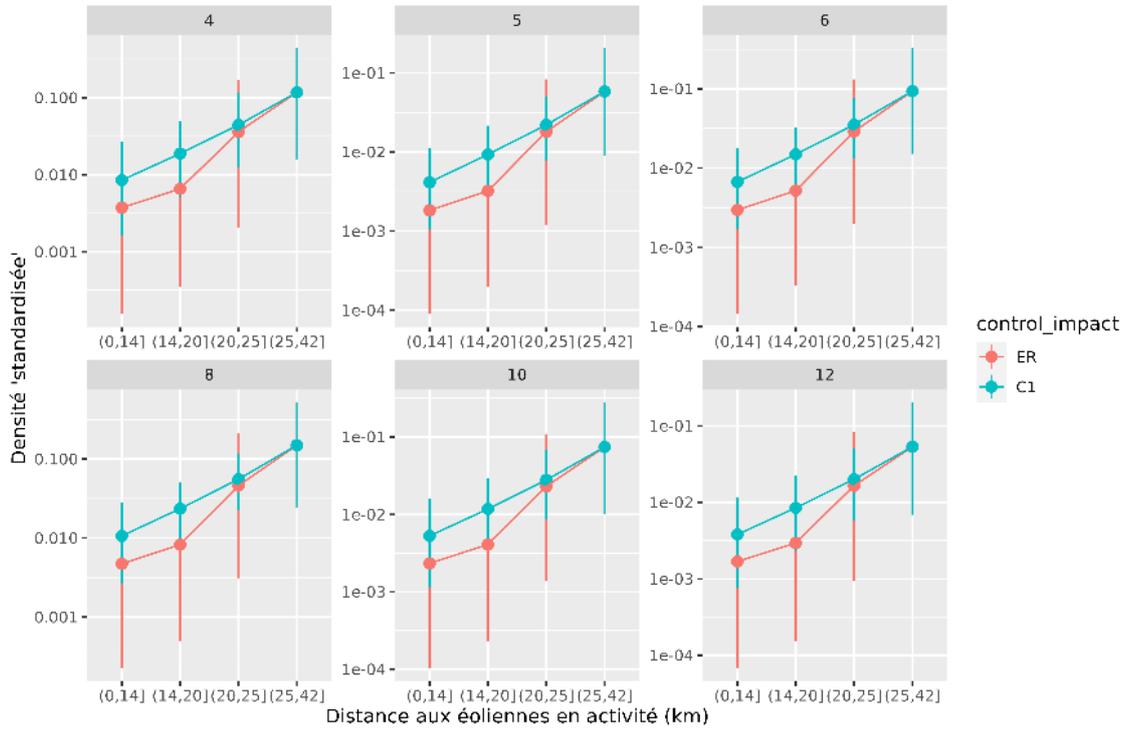


Figure 57 : Densité moyenne d'observation de Goéland marin par rapport à la distance aux éoliennes prédite par le modèle pour chaque mois et chaque phase du projet (l'état de référence en rouge, ER, et la phase de construction en bleu, C1). Les points représentent la moyenne de la densité et les barres d'erreur l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km².

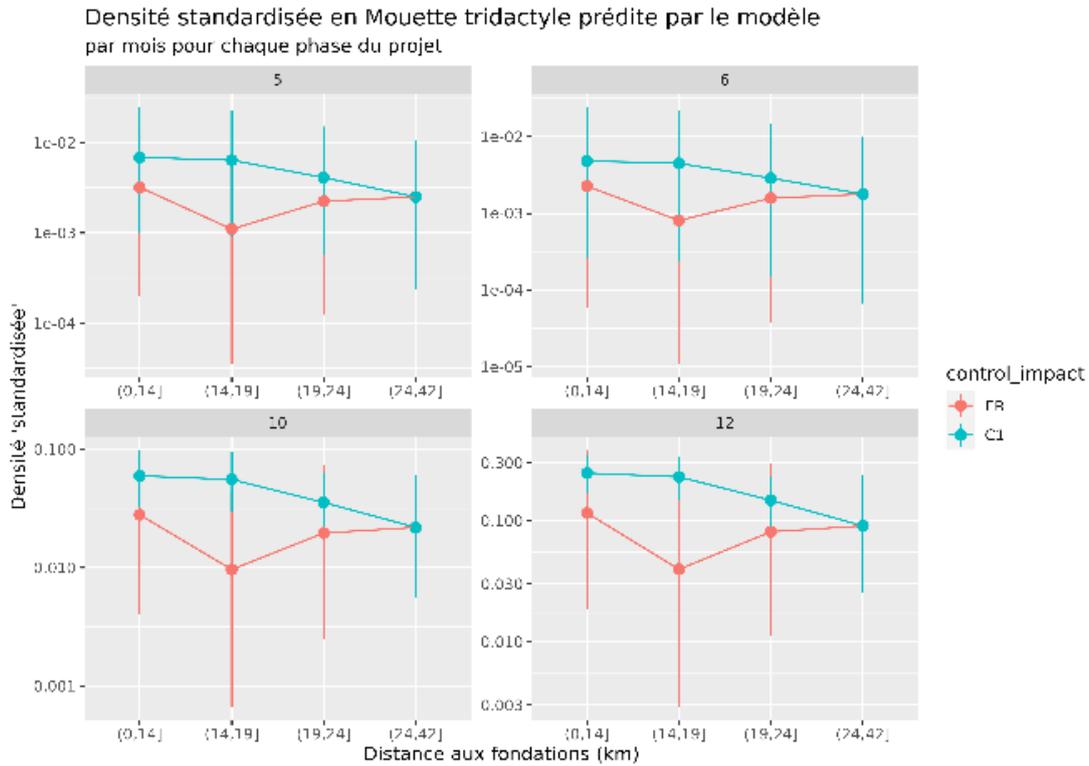


Figure 58: Densité moyenne d'observation de Mouette tridactyle par rapport à la distance aux fondations prédite par le modèle pour chaque mois et chaque phase du projet (l'état de référence en rouge, ER, et la phase de construction en bleu, C1). Les points représentent la moyenne de la densité et les barres d'erreur l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km².

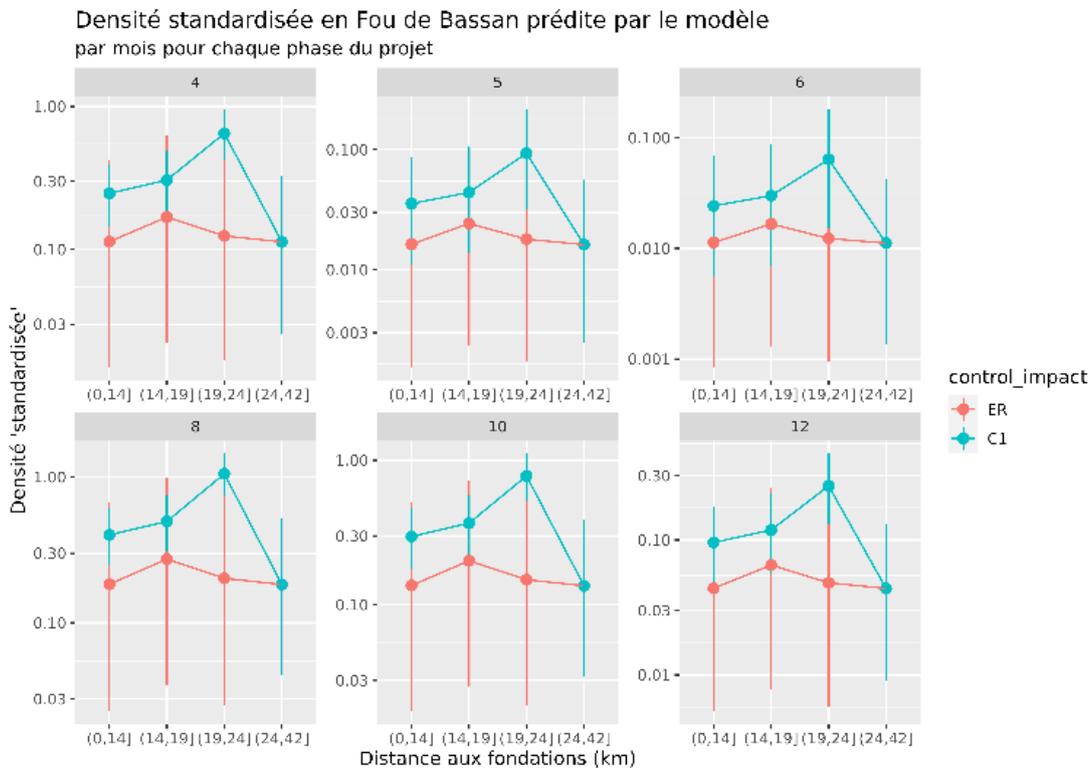


Figure 59 : Densité moyenne d'observation de Fou de Bassan par rapport à la distance aux fondations prédite par le modèle pour chaque mois et chaque phase du projet (l'état de référence en rouge, ER, et la phase de construction en bleu, C1). Les points représentent la moyenne de la densité et les barres d'erreur l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km².

Densité standardisée en Fou de Bassan prédite par le modèle par mois pour chaque phase du projet

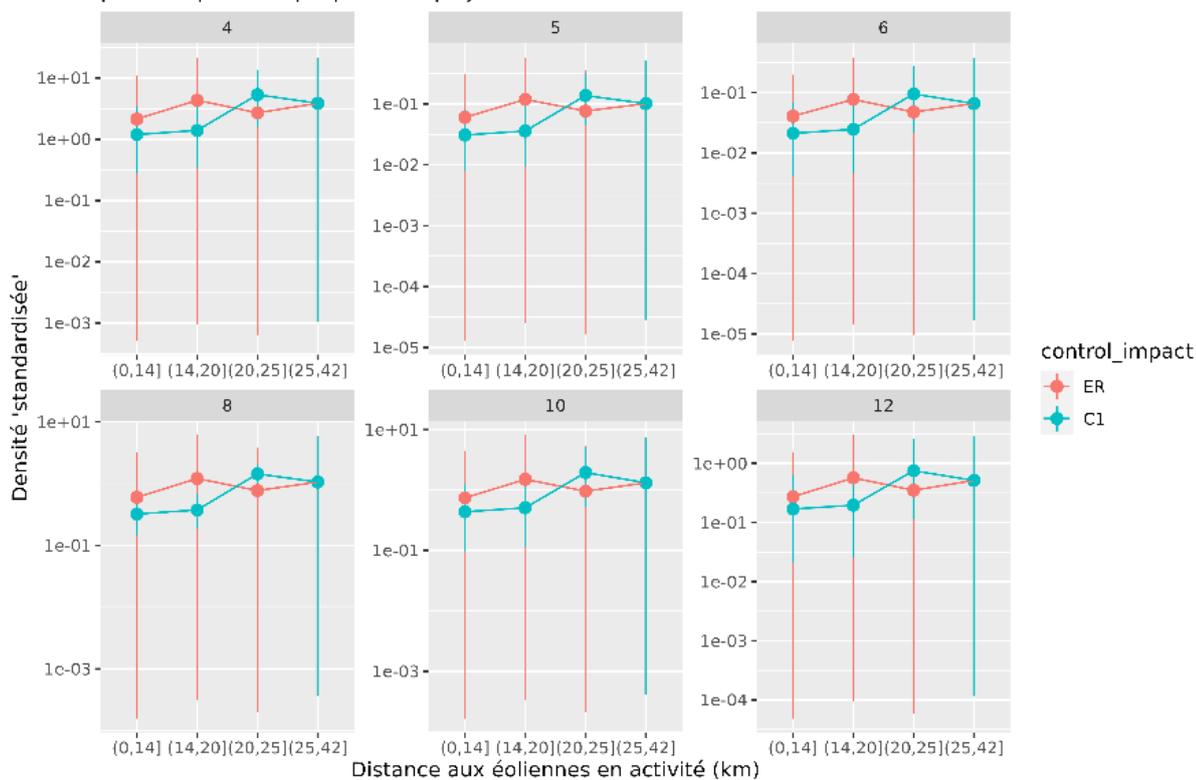


Figure 60 : Densité moyenne d'observation de Fou de Bassan par rapport à la distance aux éoliennes prédite par le modèle pour chaque mois et chaque phase du projet (l'état de référence en rouge, ER, et la phase de construction en bleu, C1). Les points représentent la moyenne de la densité et les barres d'erreur l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km².

Densité standardisée en Guillemot de Troïl prédite par le modèle par mois pour chaque phase du projet

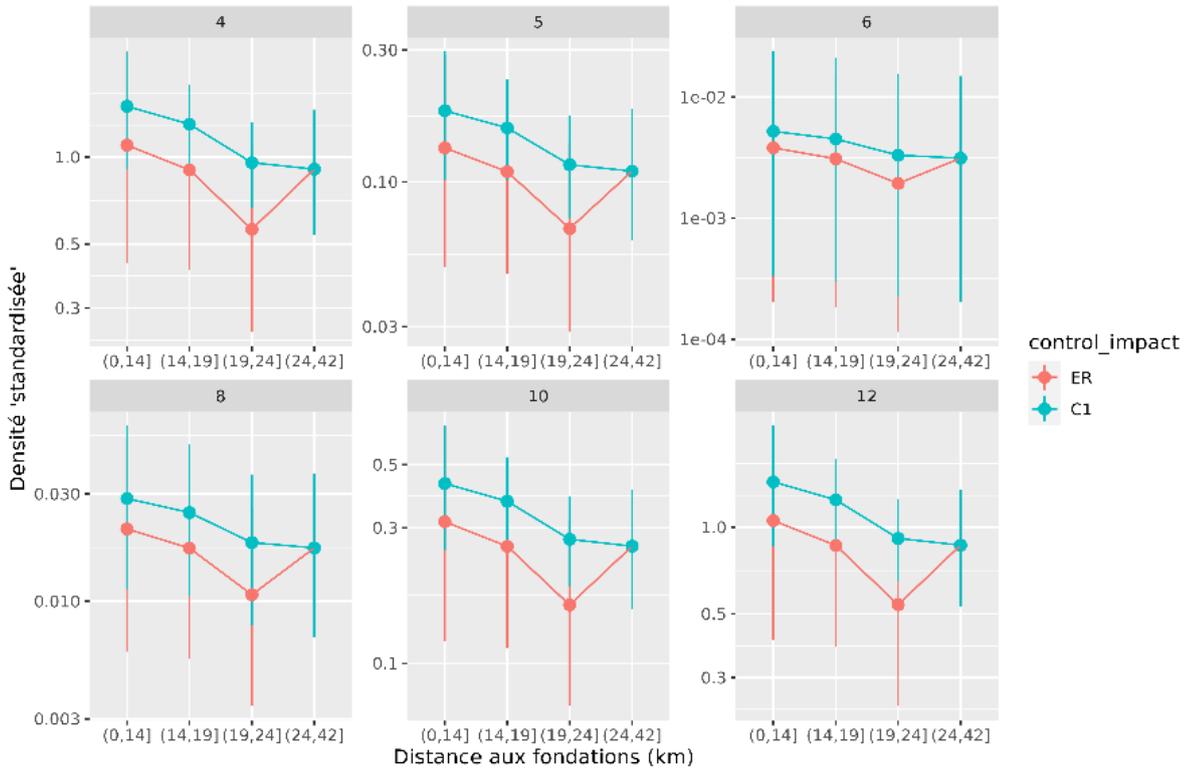


Figure 61 : Densité moyenne d'observation de Guillemot de Troïl par rapport à la distance aux fondations prédite par le modèle pour chaque mois et chaque phase du projet (l'état de référence en rouge, ER, et la phase de construction en bleu, C1). Les points représentent la moyenne de la densité et les barres d'erreur l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km².

Densité standardisée en Guillemot de Troïl prédite par le modèle par mois pour chaque phase du projet

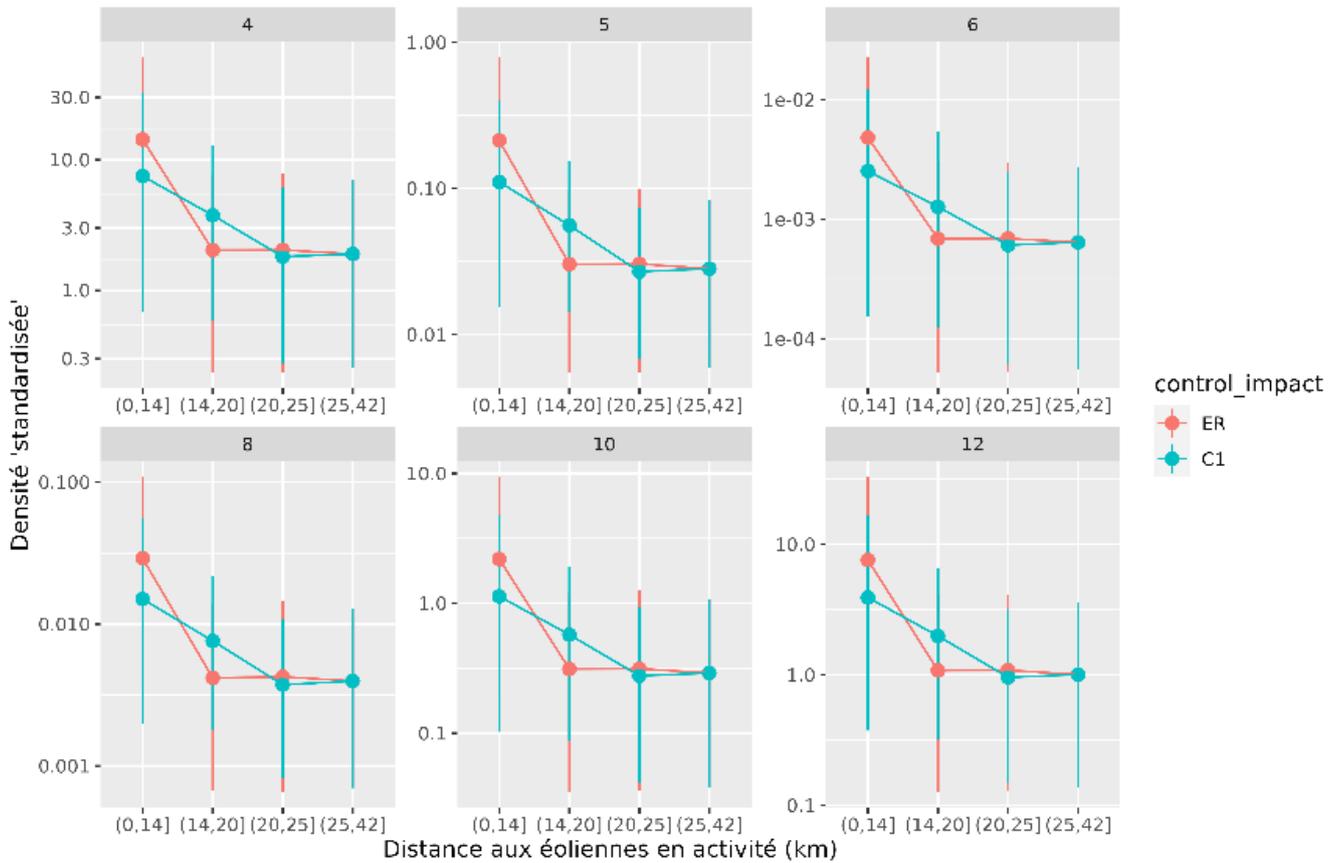
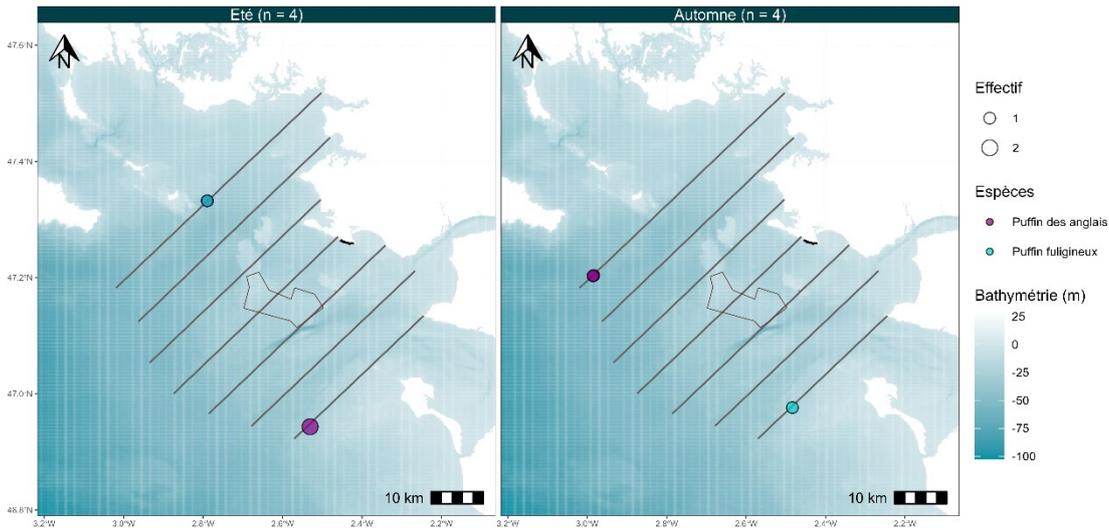


Figure 62 : Densité moyenne d'observation de Guillemot de Troïl par rapport à la distance aux éoliennes prédite par le modèle pour chaque mois et chaque phase du projet (l'état de référence en rouge, ER, et la phase de construction en bleu, C1). Les points représentent la moyenne de la densité et les barres d'erreur l'intervalle de confiance à 95%. La densité est exprimée en nombre d'observations par km².

Annexe 3 : Cartes et figures complémentaires

3.1 Autres Procellariidés :

Parc éolien en mer de S-Nazaire - Année de construction du parc éolien en mer de Saint Nazaire - suivi de l'avifaune et de la mégafaune marine
 Observations d'autres procellariidés - expertises nautiques visuelles (Mai.2019-Avril 2020)

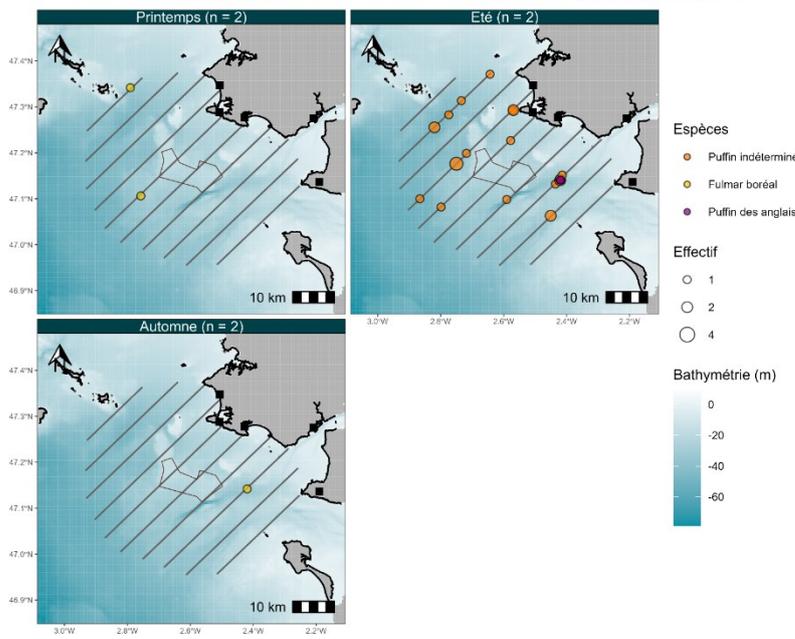


Données naturalistes & réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Figure 63 : Autres Procellariidés – Cartes des distributions des observations -Grands transects-Etat de référence (2019/2020)

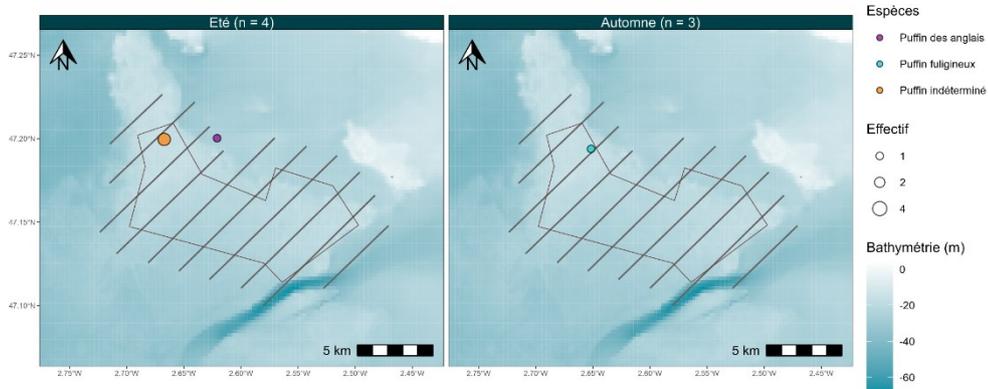


Phase de Construction du parc éolien en mer de Saint-Nazaire - suivi de la mégafaune marine
 Observations d'autres procellariidés - expertises aériennes vidéo numérique 2021-2022



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

Figure 64 : Autres Procellariidés – Cartes des distributions des observations -Grands transects-Année de construction (2021/2022)



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

Figure 65 : Autres Procellariidés – Cartes des distributions des observations -Petits transects-Année de construction (20212022)

3.2 Alcidé indéterminés

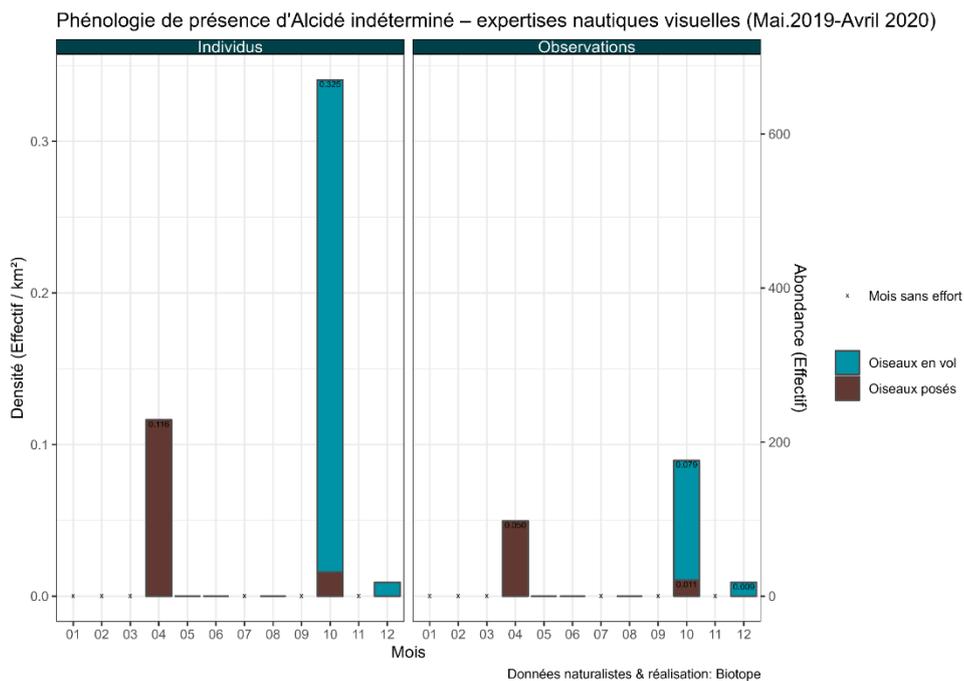


Figure 66 : Alcides indéterminés- Phénologie – Grands transects – Etat de référence (2019/2020)

Phénologie de présence d'Alcidé indéterminé – expertises aériennes vidéo numérique 2021-2022
 Intervalles de confiance à 95% d'après les pourcentiles des échantillons de bootstrap

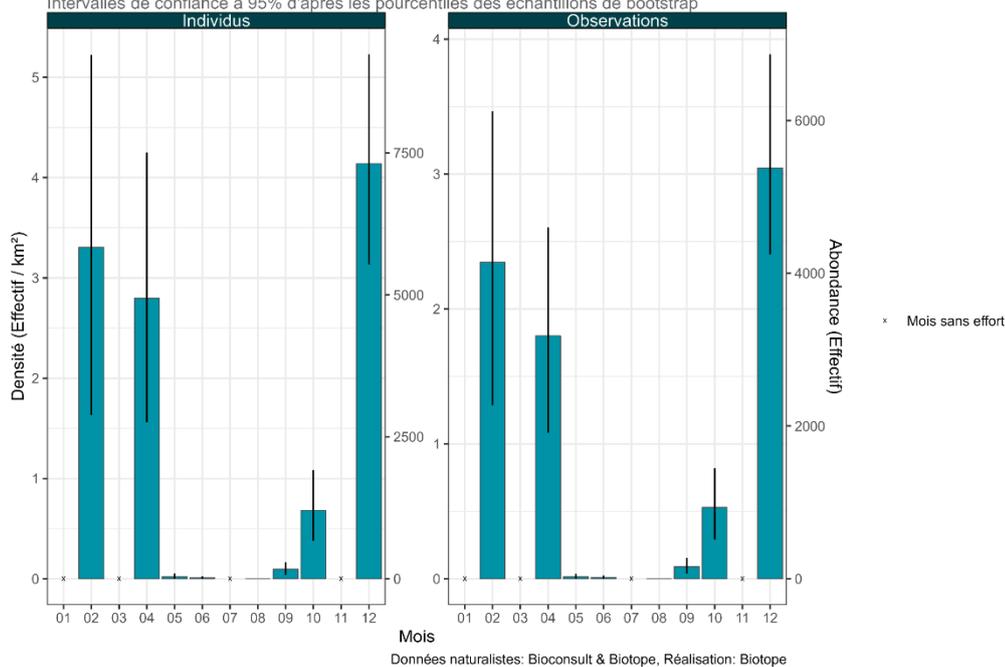


Figure 67 : Alcides indéterminés- Phénologie – Grands transects – Année de construction (2021/2022)

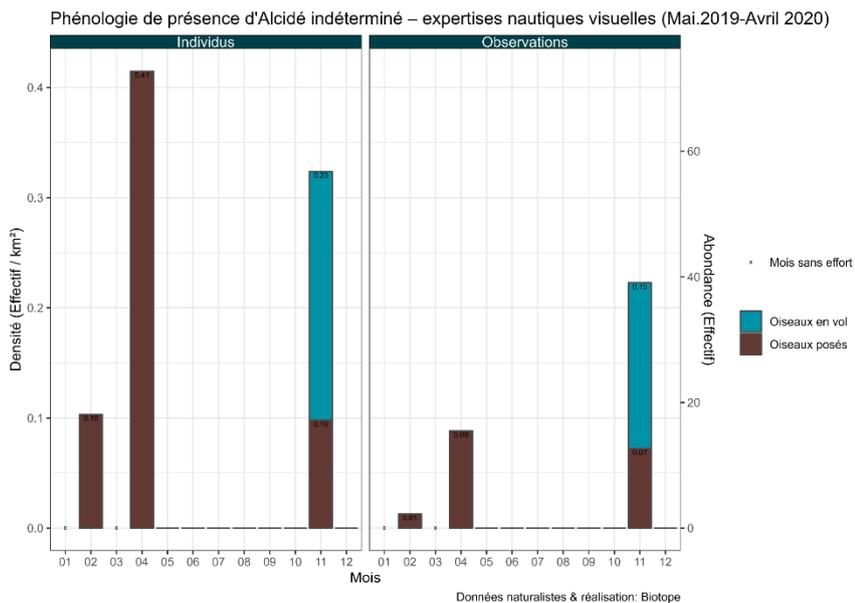


Figure 68 : Alcidés indéterminés- Phénologie – Petits transects – Etat de référence (2019/2020)

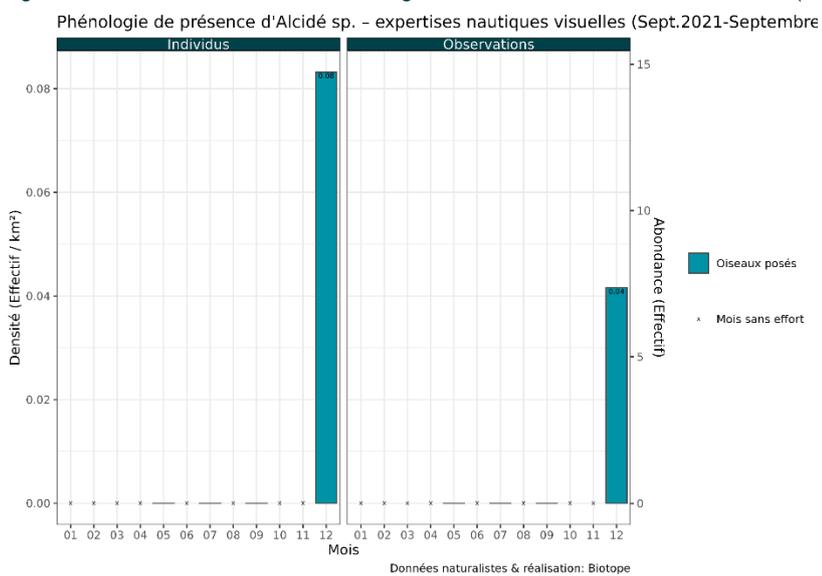
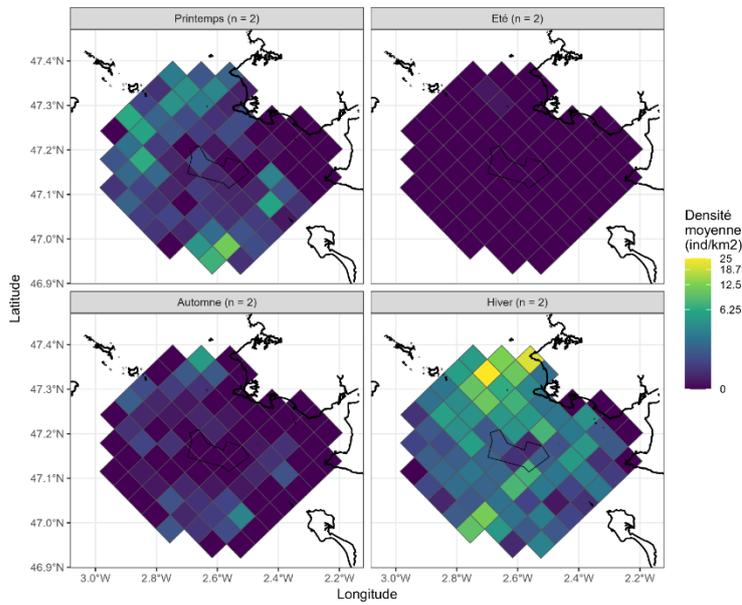


Figure 69 : Alcidés indéterminés- Phénologie – Petits transects – Année de construction (2021/2022)

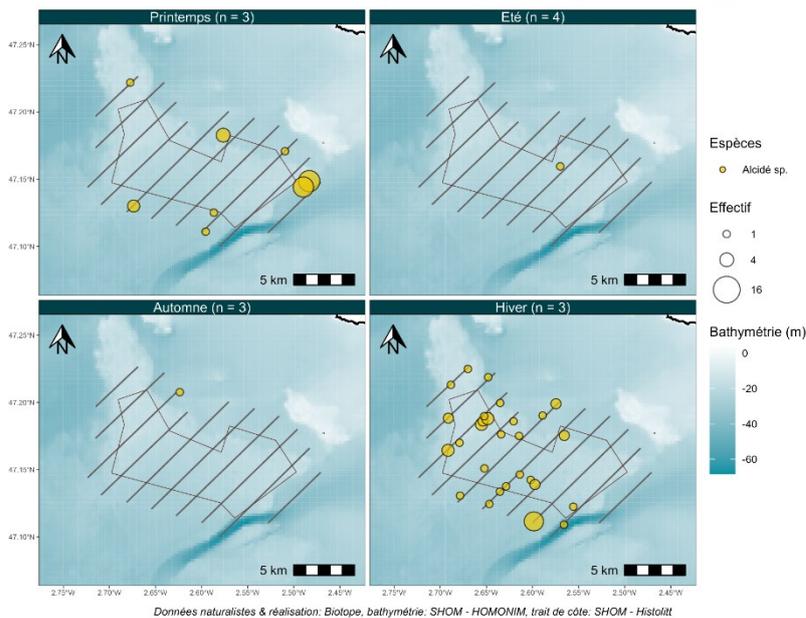
Phase de construction du parc éolien en mer de Saint-Nazaire
Carte des densités moyennes d'Alcidé indéterminé



Données naturalistes : Bioconsult & Biotope, Réalisation : Biotope, bathymétrie : SHOM - HOMONIM, trait de côte : SHOM - HistoItt

Figure 70 : Alcides indéterminés- Cartes des densités moyennes- Grands transects – Année de construction (2021/2022)

Année de construction du parc éolien en mer de Saint-Nazaire - suivi de l'avifaune et de la mégafaune marine
Observations d'Alcidé indéterminé - expertises nautiques visuelles (Mai.2019-Avril 2020)



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

Figure 71 : Autres alcides- Cartes des distributions des observations -Petits transects-Etat de référence (2019/2020)

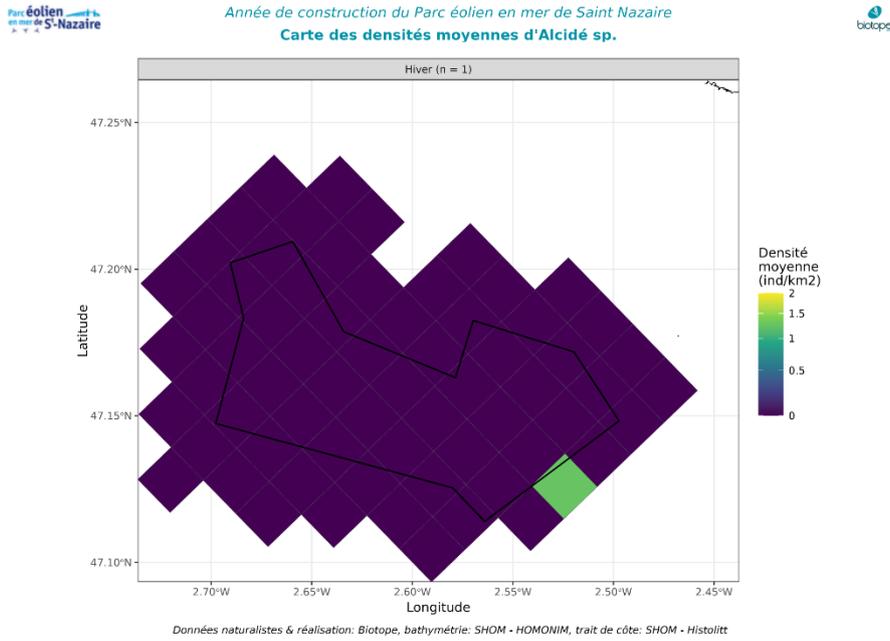


Figure 72 : Autres alcidés- Cartes des distributions des observations -Petits transects-Année de construction (2012|2022)
Altitudes de vol - Alcidé indéterminé - expertises nautiques visuelles (Mai.2019-Avril 2020)

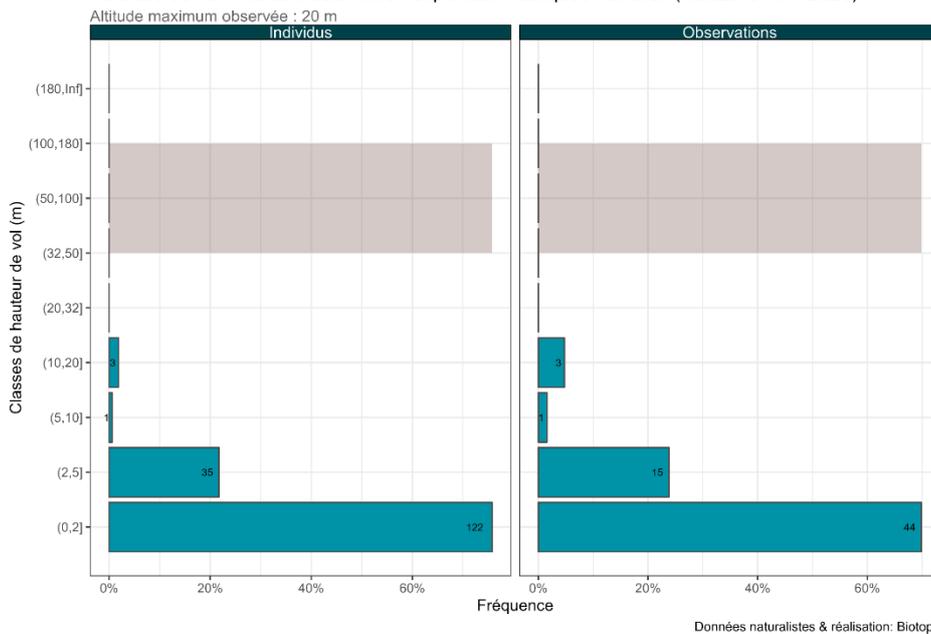


Figure 73 : Autres alcidés- Histogramme des hauteurs de vols -Grands transects-Etat de référence (2019/2020)

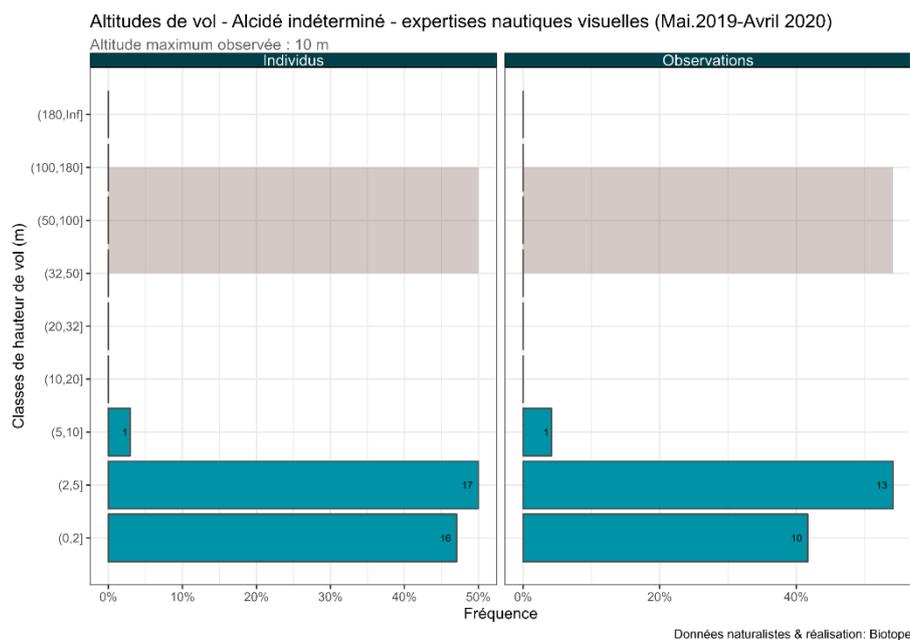


Figure 74 : Autres alcidés– Histogramme des hauteurs de vols Grands transects-Etat de référence (2019/2020)

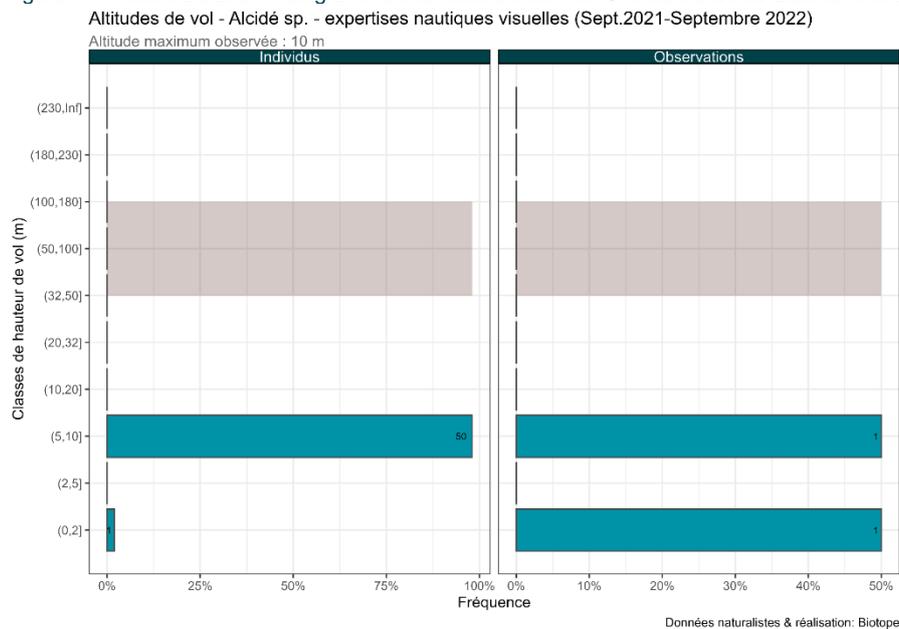
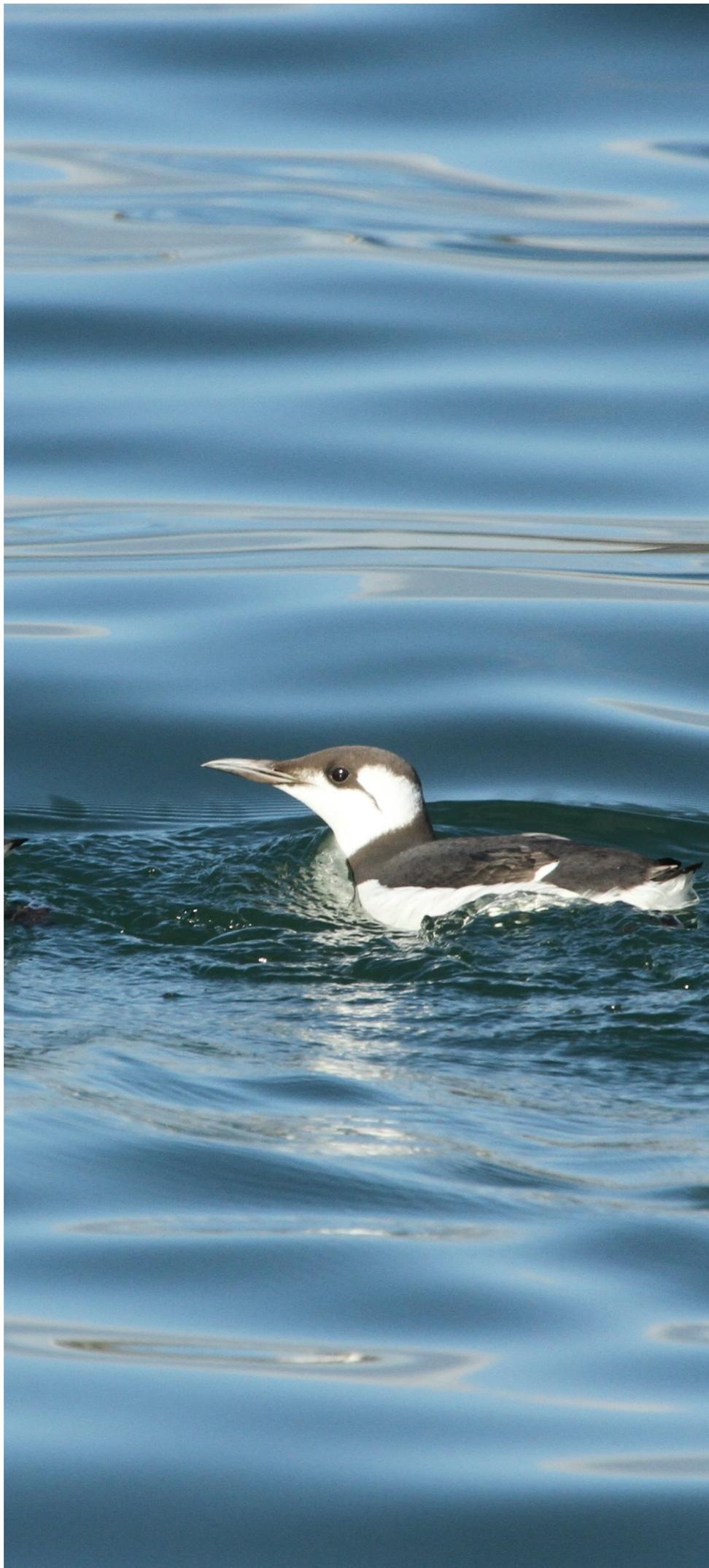


Figure 75 : Autres alcidés– Histogramme des hauteurs de vols -Grands transects-Année de construction (2021/2022)



Biotope Siège Social
22, boulevard Maréchal Foch
B.P. 58
34140 MÈZE
Tél. : +33 (0)4 67 18 46 20
www.biotope.fr

